

16

Ueber die  
**Faserstoffbildung**  
im Amphibien- und Vogelblut  
und die  
Entstehung der rothen Blutkörperchen  
der Säugethiere.

---

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung des Grades eines  
**Doctors der Medicin**  
verfasst und mit Genehmigung  
Einer Hochverordneten Medicinischen Facultät der Kaiserlichen Universität  
zu Dorpat  
zur öffentlichen Vertheidigung bestimmt  
von  
**Georg Semmer.**

---

(Mit einer lithographirten Tafel.)

---

Ordentliche Opponenten:  
Prof. Dr. A. Schmidt. — Prof. Dr. Vogel. — Prof. Dr. Weyrich.

---

Dorpat.  
Druck von C. Mattiesen.  
1874.



Gedruckt mit Genehmigung der medicinischen Facultät.  
Dorpat, den 7. November 1874.

N<sup>o</sup> 282.

Decan Boettcher.



Indem ich nachfolgende Blätter, welche die Resultate einer im hiesigen physiologischen Institute unter Leitung des Herrn Professor Dr. Alexander Schmidt ausgeführten Arbeit enthalten, der Oefentlichkeit übergebe, komme ich einem tiefempfundenen Bedürfniss nach, wenn ich Herrn Prof. Alexander Schmidt, sowohl für die Liberalität, mit der er mir die weitere Ausführung einer von ihm bereits in Angriff genommenen Frage überliess, als auch für die vielfache Unterstützung mit Rath und That, die er mir bei meinen Arbeiten in liebenswürdigster Weise hat zu Theil werden lassen, meinen wärmsten Dank ausspreche.

Herrn Staatsrath Mag. J. Klever bin ich für die mir freundlichst zugestandene Benutzung der Bibliothek des hiesigen Veterinair-Instituts, sowie Herrn stud. R. Krause für die Anfertigung der beigegebenen Abbildungen zu vielem Dank verpflichtet.



Zugleich ergreife ich die Gelegenheit, Herrn Prof. V. Weyrich, welcher mir während meiner Studienzeit und auch fernerhin stets auf's freundlichste entgegengekommen und mich vielfach belehrt und wissenschaftlich angeregt hat, meinen herzlichsten Dank abzustatten.

---



## EINLEITUNG.

---

Die Entwicklung und Bildung der Blutkörperchen ist schon vielfach Gegenstand eingehender Untersuchungen geworden, nichtsdestoweniger sind die Angaben über die Regeneration des Blutes und den Entwicklungsmodus der Blutkörperchen erwachsener Individuen, besonders bei den höhern Wirbelthierclassen noch in vieler Hinsicht widersprechend und lückenhaft. Unsere Kenntnisse über die Veränderungen der zelligen Bestandtheile des Blutes beschränken sich mehr oder weniger nur auf eine Vermehrung oder Verminderung derselben in verschiedenen Krankheitszuständen. Selbst die Bildungsstätten der einzelnen Elemente des Blutes sind noch mit so wenig Sicherheit festgestellt, ihre Lebensdauer und die Art ihres Unterganges so unbekannt und die Ansichten über die möglichen Uebergänge der einzelnen Formen von Blutkörperchen noch so getheilt, dass eine allgemein anerkannte Entwicklungs- und Lebensgeschichte der morphologischen Bestandtheile des Blutes bisher nicht festgestellt worden ist. Nur die Thatsache, dass die rothen Blutkörperchen aus den farblosen hervorgehen, hat eine allgemeine Anerkennung gefunden; aber nur bei den niedern Wirbelthierclassen lassen sich gewisse Formen von Blutkörperchen leicht nachweisen, welche diesen Uebergang vermitteln. Die Vorstellung, dass aus



einem farblosen, kernhaltigen Blutkörperchen durch allmälige Vergrösserung desselben und Bildung einer farbstoffhaltigen Substanz sich ein rothes mit einem farblosen Kern bilden könne, ist an und für sich eine höchst plausible, die auch durch die Beobachtung einer Reihe von Uebergangsformen zwischen beiden an Wahrscheinlichkeit gewinnt. So findet man z. B. im Froschblut neben kreisrunden, vollständig farblosen Blutkörperchen von verschiedener Grösse, grössere feingranulirte Zellen von elliptischer oder spindelförmiger Gestalt mit einem leicht granulirten, farblosen Kern, welche entweder noch ganz farblos sind, oder schon eine deutlich gelbgefärbte, homogene Randzone zeigen. Diese letztere, deren Kern durch seine Grösse und etwas granulirte Oberfläche noch vollständig dem Kern der farblosen Elemente gleicht, lassen sich sonst weder durch ihre Form, noch ihr Aussehen von den rothen Blutkörperchen unterscheiden, wesshalb auch die Annahme, dass diese die letzte Vorstufe der rothen darstellen, eine berechtigte zu sein scheint.

In Bezug auf die Entstehung der rothen Blutkörperchen bei den drei niedern Wirbelthierclassen kann ich mich ganz der Ansicht Köllikers <sup>1)</sup> anschliessen, der die Umwandlung der farblosen Zellen in rothe, „die man jederzeit im Blute studiren kann,“ in der Art beschreibt, dass aus den runden, farblosen Elementen durch allmäliges Wachsthum die grösseren elliptischen Formen hervorgehen, die ihren granulirten Inhalt verlieren, homogen werden und durch Bildung des rothen Farbstoffes sich zu rothen Blutkörperchen umbilden, indem ihre Kerne etwas verkleinert in diejenigen der gefärbten

---

1) Kölliker, Mikroskopische Anatomie B. II, 2. Hälfte 1852. p. 598.



Zellen übergehe. — In ähnlicher Weise ist die Entstehung der rothen Blutkörperchen der Fische und Frösche zuerst von Wharton Jones <sup>2)</sup> dargestellt.

Ganz denselben Entwicklungsmodus, wie Kölliker, giebt auch Erb <sup>3)</sup>, gestützt auf eine Reihe von ihm im Hühnerblute beobachteten Uebergangsformen, für die letztere Blutart an.

Eine weitere Bestätigung der von Kölliker aufgestellten Entstehungsweise der rothen Blutkörperchen liefern die Untersuchungen Böttchers <sup>4)</sup>, der im Salamanderblut und ebenso im Blut der Frösche und Hühner neben Blutkörperchen, um deren Kern eine bedeutende Menge Protoplasma angehäuft war, Zellen beobachtete, die schon eine beträchtlichere homogene, rothe periphere Schicht und verhältnissmässig wenig körnige Substanz im Innern besaßen, oder durchweg homogen erschienen, so dass eine den Kern umgebende, körnige, farblose Substanz an derselben nicht mehr nachzuweisen war.

Auch Rindfleisch <sup>5)</sup> erwähnt, dass man im Blut frisch eingefangener Frösche eine überraschend grosse Menge verschiedener Uebergangsformen zwischen farblosen und rothen Blutkörperchen finden könne.

Während nun die Untersuchungen des Blutes der drei niedern Wirbelthierclassen zu einer einigermaßen befriedi-

---

2) Wharton Jones, The blood corpuscle considered in its different phases of development. Philosoph. Transactions 1846. Part. I. p. 63.

3) Erb, Zur Entwicklungsgeschichte der rothen Blutkörperchen. Virchow's Archiv. B. 34, p. 146.

4) Böttcher, Untersuchungen über die rothen Blutkörperchen der Wirbelthiere. Virchow's Archiv. B. 36, p. 410.

5) Rindfleisch, Experimental-Studien über die Histologie des Blutes. Leipzig 1863. p. 1.



genden Lösung der Frage nach der Entstehung der rothen Blutkörperchen geführt hatten, bewegten sich die Ansichten über die Bildung derselben bei den erwachsenen Säugethieren noch bis vor Kurzem mehr oder weniger vollständig auf dem Gebiet der Hypothese. Obgleich man kein Bedenken trug, den bei den niedern Wirbelthierclassen festgestellten Entwicklungsmodus auch auf das Säugethierblut zu übertragen, war der Zusammenhang hier doch weniger klar, da der sichere Nachweis einer fortlaufenden Reihe der diesen Uebergang vermittelnden Zwischenformen fehlte. — Erst in neuerer Zeit ist wiederholt die Aufmerksamkeit auf gewisse als Uebergangsformen zwischen den farblosen und rothen Blutkörperchen zu betrachtende Elemente des Säugethierblutes gelenkt worden. Zuerst wurde von Erb <sup>6)</sup> darauf hingewiesen, dass bei Thieren und Menschen unter gewissen pathologischen Verhältnissen, welche eine gesteigerte Blutbildung bedingen, gewisse Formen von gefärbten Zellen vorkommen, die er als letztes Glied bei der Entwicklung der rothen Blutkörperchen betrachtet. Diese Zellen übertreffen die rothen Blutkörperchen etwas an Grösse, sind jedoch kleiner, als die grössern farblosen und bergen in ihrem Innern eine grössere oder geringere Zahl als Kernreste zu betrachtende Körnchen. Er hebt jedoch hervor, dass diese Formen erst durch Zusatz von Reagentien deutlich sichtbar würden und dass er nicht mit vollkommener Bestimmtheit entscheiden könne, ob sie auch im ganz frischen, ohne Reagens untersuchten Blut zu sehen seien. Erb lässt die rothen Blutkörperchen aus den farblosen in der Art hervorgehen, dass der Kern der farblosen durch all-

---

6) Erb, l. c. p. 172 und Erb, Die Pikrinsäure etc. Würzburg 1865 p. 14.



mäßige Theilung zu immer kleineren Fragmenten zerfällt; damit zugleich bereite sich die chemische Umwandlung des Zelleninhaltes vor, als deren endliches Resultat er sowohl das Auftreten des rothen Farbstoffes, als die Aenderung der Gestalt ansieht; der Kern ist unterdess vollständig in kleine Körnchen zerfallen, welche in dem nun schon roth gefärbten Blutkörperchen nachgewiesen werden können; diese Körnchen lösen sich allmählig auf, die Blutkörperchen verkleinern sich noch etwas und stellen endlich das vollendete, homogene, rothe Blutkörperchen dar. Einen vollgültigen Beweis für diese Aufstellung hat Erb jedoch nicht gegeben, da er den Uebergang einer kernhaltigen, farblosen Zelle in eine kernhaltige farbige nicht beobachtet hat.

Aehnliche Formen körnchenhaltiger Blutkörperchen fand Klebs <sup>7)</sup> im Blute eines Leukämischen, die er gleichfalls als Uebergangsformen auffasst; diese Zellen zeigten alle eine schmale gelb-roth gefärbte, vollständig homogene Randzone, während die nicht gefärbten Theile derselben aus einem körnigen, oft unregelmässig begrenzten Protoplasmaklumpchen oder scharf contourirten, glänzenden kernartigen Massen bestanden. In einigen von diesen Formen gelang es ihm, auf Zusatz von sehr verdünnter Essigsäure einen grossen Kern sichtbar zu machen. Gestützt auf diese Beobachtung stellt er für die Entwicklung der rothen Blutkörperchen folgende Hypothese auf: die kleinen weissen Blutkörperchen wachsen im Blut bis zu einer gewissen Grösse; dann wandelt sich unter günstigen Umständen ihre periphere Schicht in Hämoglobin um; diese Veränderung

---

7) Klebs, Ueber Kerne und Scheinkerne der rothen Blutkörperchen der Säugethiere. Virchow's Archiv. B. 38, p. 196 u. 198.



schreitet nach innen fort unter Theilung des Protoplasmares und des bis zuletzt übrig bleibenden, lappig getheilten Kernes.

Die von Klebs gemachte Beobachtung bestätigt Eberth<sup>8)</sup>, der auch im leukämischen Blute ähnliche Verbindungsglieder zwischen farblosen und farbigen Blutkörperchen in Form von runden, kernhaltigen, gefärbten Zellen entdeckte, welche die Grösse der normalen farblosen Blutkörperchen hatten; das Protoplasma, wie der Kern erschienen bei der Mehrzahl homogen, bei andern war das feinkörnige Protoplasma von einem schmalen, halbmondförmigen, hellen Saum oder einem vollständig geschlossenen schmalen Ring von Hämoglobin umgeben. Diese schmale Zone rückte mehr und mehr gegen das Centrum vor, bis schliesslich das ganze Protoplasma, das unterdessen seine feinkörnige Beschaffenheit mehr und mehr verloren hatte, mit Ausnahme des Kernes gefärbt erschien.

Auch Böttcher<sup>9)</sup> fand in dem Blute einer leukämischen Leiche rothe Blutkörperchen mit Kernen.

Während Erb, Klebs, Eberth und Böttcher jene Uebergangsformen nur unter pathologischen Verhältnissen im Menschen- und Säugethierblut fanden, machte in neuster Zeit Neumann<sup>10)</sup> auf eine constant im Knochenmark von Menschen und Kaninchen vorkommende Form von Zellen aufmerksam, welche durch ihre gelbe Färbung, die durchaus homogene Beschaffenheit der Zellsubstanz, ihre deutlich hervortretenden, farblosen Kerne, sowie durch ihre scharfen Contouren sich von

---

8) Eberth, Zur Histologie des Blutes. Virchow's Archiv. B. 43, p. 11 und 12.

9) l. c. p. 364.

10) Neumann, Ueber die Bedeutung des Knochenmarkes für die Blutbildung. Archiv für Heilkunde. 1869 p. 72 u. f.



den farblosen Zellen wesentlich unterscheiden; die Grösse der meist runden Zellen übersteigt nur wenig die der rothen Blutkörperchen. Neumann stellt nun eine continuirliche Reihe von Uebergangsformen auf, welche diese Elemente mit den Lymphkörperchen einerseits und den rothen Blutkörperchen andererseits verbindet. Nach der Seite der farblosen Blutkörperchen vermitteln den Uebergang Zellen, welche fast vollständig von einem runden, granulirten, scharf contourirten Kern ausgefüllt werden, so dass dieser nur von einem sehr schmalen, ringförmig geschlossenen oder offen halbmondförmigen, gelben, homogenen Saume umfasst wird; oder grösseren Zellen mit einem gleichfalls peripherischen, vollständigen oder unvollständigen, homogenen Saum, der aber nicht unmittelbar den Kern, sondern eine feinkörnige, nicht scharf abgegrenzte Masse umgiebt, innerhalb deren die Umrisse eines Kernes mehr oder weniger deutlich hervortreten. Der Uebergang von den kernhaltigen gefärbten Zellen zu den rothen Blutkörperchen kommt durch eine Reihe von gefärbten Formen zu Stande, welche alle Stadien des Zerfalles bis zum gänzlichen Verschwinden des Kernes zeigen, so dass die Elemente sich von den rothen nur durch eine etwas blässere Färbung, kuglige Form und etwas bedeutendere Grösse unterscheiden.

Die von Neumann <sup>11)</sup> an Embryonen angestellten Untersuchungen ergaben ihm, dass die von ihm in den Knochen erwachsener Thiere und Menschen aufgefundenen Zellformen mit den zuerst von Kölliker <sup>12)</sup> ausführlicher beschriebenen embryonalen Entwicklungsstufen der rothen Blutkörperchen identisch sind.

---

11) l. c. p. 81.

12) Zeitschrift für rationelle Medicin. 1846. B. IV. p. 112.



Bizzozero <sup>13)</sup>, der frisches Mark von Menschen, Kaninchen und Mäusen untersuchte, bestätigt im Wesentlichen die Angaben von Neumann; auch er findet neben den lymphoiden Zellen noch reichlich andere Elemente, die eine geschlossene Uebergangsreihe der farblosen zu den rothen Blutkörperchen darstellen in der Art, dass der Kern der farblosen Zellen sich vergrössert, so dass er fast die ganze Zelle ausfüllt und eine blasse gelbröthliche Farbe annimmt. Nur eine äusserst dünne Schicht ungefärbten oder bereits ebenfalls gefärbten Protoplasma, welche den Kern umgiebt, unterscheidet noch diese Formen von den echten rothen Blutkörperchen. Nur darin differiren die Angaben von Bizzozero und Neumann, dass der erstere die Umwandlung in die gelbliche Substanz vom Kern ausgehen lässt, während der letztere eine von der Peripherie ausgehende Umwandlung des Protoplasma der Lymphkörperchen in homogene, gelbe Substanz annimmt.

Ich glaubte eine ausführlichere Darlegung des gegenwärtigen Standes der Frage nach der Entstehung der Blutkörperchen vorausschicken zu müssen, ehe ich auf eine bisher der Beobachtung entgangene Uebergangsform im Verlaufe meiner Mittheilungen näher eingehe.

Neumann giebt allerdings ein möglichst vollständiges Bild der Veränderungen, welche die farblosen Blutkörperchen bei ihrem Uebergang in die rothen erfahren. Ich bin weit davon entfernt, die Richtigkeit der Neumann'schen Beobachtungen in Frage stellen zu wollen. Leider war ich aber nicht so glücklich, wie Neumann, in der Auffindung einer geschlossenen Reihe von Uebergangsformen, da ich trotz der sorgfältigsten Untersuchungen, die ich am Knochenmark von

---

13) Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften. 1868. p. 885.



Menschen, Katzen und Kaninchen anstellte, nur ganz vereinzelte Zellen, welche den von Neumann beschriebenen einigermaßen entsprachen, aufzufinden im Stande war. Zugleich hätten auch Neumann's Untersuchungen die Frage, wo der Sitz des Processes der Blutkörperchenbildung zu suchen sei, entschieden. Allein die von Erb, Klebs und Eberth unter pathologischen Verhältnissen im Blute beobachteten Uebergangsformen deuten schon darauf hin, dass auch dem circulirenden Blute eine gewisse Betheiligung an der Blutkörperchenbildung nicht ganz abzusprechen ist. Bisher war es jedoch nicht gelungen, auch unter normalen Verhältnissen im Blute gewisse Uebergangsformen mit Sicherheit nachzuweisen. Kürzlich fand nun Herr Prof. A. Schmidt <sup>14)</sup> im Pferdeblut eine Form von Zellen, die nur als Uebergangsform zu den rothen Blutkörperchen gedeutet werden kann; auf diese Elemente werde ich weiterhin zurückkommen.

---

## I. Amphibien- und Vogelblut.

Während uns vielfache Mittheilungen über die Entstehung der Blutkörperchen des Amphibien- und Vogelblutes vorliegen, haben die weiteren Schicksale derselben, insbesondere ihre Beziehungen zur Faserstoffbildung bisher weniger Beachtung gefunden. Es schien mir daher eine dankenswerthe Aufgabe zu sein, diese Frage einer eingehenderen Untersuchung zu unterziehen. Bevor ich jedoch auf dieselbe näher eingehe,

---

14) A. Schmidt, Ueber die Beziehungen des Faserstoffes zu den farblosen und den rothen Blutkörperchen und über die Entstehung der letzteren. Pflügers Archiv. 1874. p. 356.



will ich noch einiger von mir an diesen Blutarten angestellten mikro-chemischen Reactionen erwähnen, die mir für meine weiteren Untersuchungen von Wichtigkeit erschienen. Da dieselben im Wesentlichen nur eine Bestätigung der schon früher gemachten Beobachtungen ergaben, so glaube ich mir eine ausführliche Beschreibung der durch die Reagentien hervorgerufenen Veränderungen der Blutkörperchen ersparen zu können; ich werde daher, indem ich nur einige hervorhebe, betreffenden Ortes auf eine detaillirtere Darlegung derselben verweisen.

### A. Froschblut.

#### 1. Veränderungen der rothen Blutkörperchen des Frosches auf Zusatz von Reagentien.

Das zu meinen Untersuchungen verwandte Froschblut entnahm ich der *rana temporaria*, indem ich die grossen Halsgefässe derselben durchschnitt und das Thier verbluten liess. Auf solche Weise kann man ziemlich grosse Quantitäten ganz reinen Blutes erhalten, was bei der Decapitation des Thieres nicht immer der Fall ist, da dabei aus dem durchschnittenen Oesophagus sich häufig Magensaft, der die Beobachtung stören kann, beimengt.

a. Essigsäure. Unter den Reagentien, deren ich mich zur mikro-chemischen Reaction des Froschblutes bediente, kam von den Säuren nur die Essigsäure zur Anwendung und zwar stellte ich mir die Aufgabe, die Wirkung derselben bei geringeren Concentrationsgraden, als es bisher geschehen, zu prüfen, da diese bei stärkeren bereits mit grösster Bestimmtheit festgestellt ist. Ich benutzte erst eine 0,06%ige Lösung der Essigsäure und konnte dabei die einzelnen Stadien der Veränderungen der rothen Blutkörperchen, welche durch die Es-



sigsäure hervorgerufen werden, genau verfolgen; die Blutkörperchen verlieren ihre elliptisch-scheibenförmige Gestalt und nähern sich mehr der Kugelform, wobei sie intensiver gefärbt erscheinen; darauf zieht sich, während das Blutkörperchen sich etwas vergrössert, der gelbe Inhalt von der Peripherie zum Centrum hin zusammen; bei einigen Blutkörperchen erstrecken sich noch strahlenförmige Fortsätze von der gefärbten Masse aus fast bis an die Peripherie hin, bei andern drängt sich der farbige Inhalt mehr gleichmässig zur Mitte hin zusammen. Der periphere Theil des Blutkörperchens ist in diesem Stadium vollkommen homogen und farblos, während im Centrum die zusammengeballte gelbe Masse liegt; in der letzteren scheidet sich darauf ein Niederschlag in Form von kleinen rothen Körnchen aus, die sich an den leicht gelb gefärbten und abgerundeten Kern anlegen und demselben ein granulirtes Ansehen verleihen (Fig. VII. 1). Während nun bei weiterer Einwirkung der Essigsäure die um den Kern zusammengeballte gelbe Masse sammt dem körnigen Niederschlage schwindet, tritt der gefärbte, abgerundete Kern deutlicher hervor. Schliesslich erscheint das rothe Blutkörperchen in der Art verändert, dass der vollkommen homogene, farblose, von einem zarten, schwach lichtbrechenden Contour begrenzte Zellenleib, welcher entweder rund ist, oder seiner frühern elliptischen Gestalt sich nähert, in seinem Centrum einen intensiv gelbgefärbten, glatten Kern trägt (Fig. VII. 2).

Dieselben Veränderungen lassen sich auch bei noch schwächeren Lösungen von Essigsäure beobachten, nur treten sie bedeutend langsamer ein. Weniger gut konnte ich dieselben bei stärkeren Concentrationsgraden verfolgen. Lässt man eine 0.24%ige Essigsäurelösung einwirken, so tritt, nachdem das Blutkörperchen die Kugelform angenommen, der farb-



lose Kern deutlicher hervor; darauf entfärbt sich das Blutkörperchen, ohne dass man das Zusammenballen des gelben Inhaltes beobachten kann, während der Kern sich intensiv gelb färbt, wobei er jedoch nicht rund wird, sondern seine längliche Form beibehält. Bei einigen Blutkörperchen zieht sich der entfärbte Leib um den gefärbten Kern zusammen und schwindet schliesslich scheinbar ganz. Auf Zusatz von verdünnter Jodlösung sieht man jedoch die stark geschrumpfte Zellenhülle dem Kern dicht anliegen.

Die gelbe Farbe des Kernes schwindet auch mit der Zeit und zwar um so rascher, je stärker die Essigsäurelösung war.

Verdünnt man einen Tropfen Blut mit einem Tropfen destillirten Wassers, so nehmen die Blutkörperchen rasch die Kugelform an; setzt man nun zu diesem Präparat 0.06%ige Essigsäure, so treten gleichfalls jene bereits erwähnten Veränderungen ein; nur kommt hier noch hinzu, dass man häufig den gelbgefärbten Kern den farblosen Zellenleib verlassen sieht, so dass neben jenen Formen, wo der gelbe, runde Kern in dem farblosen Zellenleibe liegt, oder wo die Zellenhülle geschrumpft und faltig verbogen dem Kern anliegt, andere zur Beobachtung kommen, bei denen der Kern gerade im Durchtreten begriffen ist, die Hülle an einer Stelle vorbaucht, oder man sieht völlig freie, gelbgefärbte Kerne neben den blassen, homogenen, ihres Kernes beraubten Zellenleibern.

Die oben erwähnten, durch Essigsäure hervorgerufenen Veränderungen der rothen Blutkörperchen, stimmen im Wesentlichen mit denen überein, die Kneuttinger <sup>15)</sup> bei Einwirkung von 7 und 10%iger Essigsäure ausführlicher be-

---

15) Kneuttinger, Zur Histologie des Blutes. Würzburg. 1865 p. 28 und 30.



schreibt, nur konnte er schon bei 0,45 und 0,34%iger Essigsäure nicht mehr den körnigen Niederschlag beobachten, den ich bei einem viel geringeren Concentrationsgrade noch auftreten sah; auch gelang es mir nie, das von ihm bei Anwendung von 0,27 %iger Essigsäure erwähnte Platzen der Membran und das dadurch bedingte Freiwerden des Kernes zu verfolgen, da ich nur ein einfaches Austreten des Kernes beobachtete, ohne dass der Zellenleib sich weiter veränderte.

b. Kohlensäure. Verdünnt man defibrinirtes Froschblut 10fach mit  $\text{CO}_2$ haltigem Wasser und leitet man noch einen  $\text{CO}_2$ strom hindurch, so zeigen die Blutkörperchen je nach der Dauer und Stärke des  $\text{CO}_2$ stromes Veränderungen, die ganz den bei der Essigsäurewirkung beschriebenen entsprechen: bei geringerer  $\text{CO}_2$ einwirkung zieht sich der farbige Inhalt auch allmählig von der Peripherie zum Centrum hin zurück, theils gleichmässig, theils noch zackige Fortsätze ausschickend; das Blutkörperchen nimmt die Kugelform an, der Kern wird rund und schwach gelb gefärbt. Bei längerer Einwirkung der  $\text{CO}_2$  tritt der Kern deutlicher hervor, wird intensiver gelb gefärbt, glatt und rund, während der Zellenleib seinen Farbstoff verliert; schliesslich hat man ganz dasselbe Bild, wie bei der Essigsäurewirkung: in dem runden oder etwas länglichen, homogenen oder leicht granulirten, farblosen Zellenleibe liegt central der runde oder bisweilen längliche gelbe, glatte Kern. Auch hier findet man neben ganz freien, gelben Kernen, andere, die nur theilweise aus dem farblosen Zellenleibe austreten sind.

c. Natron. Eine 0,06 %ige Natronlösung hat eine ebenso intensive Wirkung, wie die von Kneuttinger angewandte schwächste (0,49 %) Kalilösung. Auch bei dieser schwachen Natronlösung lassen sich noch alle Formverände-



rungen der Blutkörperchen beobachten, die Kneuttinger<sup>16)</sup> nach Anwendung einer 10,24 %igen Kalilösung beschreibt: die Blutkörperchen ziehen sich in die Länge, werden spindelförmig oder unregelmässig zackig, zeigen in der Mitte eine Einschnürung oder nur leichte Einkerbungen an den Rändern; einige derselben senden theils kugel-, theils fadenförmige Fortsätze aus, die sich wieder einziehen und mit der Zelle verschmelzen. Darauf nehmen sie die Kugelform an, wobei sie etwas intensiver gefärbt erscheinen und den Kern nur undeutlich erkennen lassen, verharren in dieser Gestalt einige Secunden im Gesichtsfelde und lösen sich dann plötzlich auf, ohne die geringste Spur der Zellenhülle und des Kernes zu hinterlassen. Nachdem alle Blutkörperchen auf diese Weise zu Grunde gegangen, hinterbleibt eine dunkelgefärbte, zähflüssige Masse, in welcher man weder auf Zusatz von Essigsäure, noch durch verdünnte Jodlösung die Zellenhüllen oder Kerne zum Vorschein bringen kann.

Wirkt 0,06 %ige Natronlösung auf Blutkörperchen ein, bei denen durch vorhergehende Behandlung mit CO<sub>2</sub> oder Essigsäure eine Entfärbung des Zellenleibes und eine Gelbfärbung des Kernes eingetreten ist, so vergrössert sich der Kern allmählig und verliert seine scharfe Begrenzung, während der Farbstoff sich vom Centrum aus wieder gleichmässig zur Peripherie hin vertheilt; ehe jedoch die Blutkörperchen vollständig gefärbt erscheinen, erfolgt die plötzliche Auflösung derselben. Die erwähnte Ausbreitung des Farbstoffes macht ganz den Eindruck, als ob der Kern nicht einfach durch Imbibition mit Blutfarbstoff gelb gefärbt ist und nun allmählig erblasst, sondern als ob das Protoplasma mit sammt dem

---

16) l. c. p. 39.



Farbstoff sich um den Kern zusammengeballt hat, und bei der Natronwirkung sich wieder vom Kern abhebt und im farblosen, homogenen Zellenleibe ausdehnt.

d. Kochsalz. Eine 25 %ige Kochsalzlösung verändert die Blutkörperchen in ganz ähnlicher Weise, wie Kneutinger <sup>17)</sup> es für schwächere Lösungen angiebt: die Wirkung des Kochsalzes äussert sich bei einigen Blutkörperchen in dem Auftreten einer radiär vom Kern zur Peripherie hin verlaufenden Streifung, während bei andern der farbige Inhalt sich gleichmässig zum Centrum zusammenzieht; darauf tritt eine Schrumpfung des ganzen Blutkörperchens und ein allmählicher Uebergang in die Kugelform ein, wobei die radiäre Streifung schwindet und das Körperchen mehr diffus gefärbt erscheint. Bei längerer Einwirkung erfolgt dann ein allmähliches Erblassen des ganzen Blutkörperchens und es hinterbleibt, nachdem der Farbstoff völlig geschwunden ist, ein farbloser geschrumpfter Zellenleib mit einem etwas vergrösserten, abgerundeten, fein granulirten Kern; schliesslich schwindet auch der farblose Zellenleib und der Kern. Auf nachträglichen Zusatz von Essigsäure oder verdünnter Jodlösung gelingt es, nur noch einige der aus dem Gesichtsfelde verschwundenen Kerne und Zellenhüllen wieder sichtbar zu machen.

Während nun der grösste Theil der Blutkörperchen auf die oben erwähnte Weise in kurzer Zeit zu Grunde geht, zeigen einige derselben eine bedeutend grössere Resistenzfähigkeit, da sie noch stundenlang die radiäre Streifung oder die mehr runde Form beibehalten.

Die verschiedene Widerstandsfähigkeit der Blutkörperchen lässt sich auch daraus erschliessen, dass man nach

---

17) l. c. p. 50.



Zusatz von 2 bis 3 Theilen einer 25%igen Chlornatriumlösung zu einem Theil Froschblut noch nach 12—24 Stunden durch Essigsäure oder verdünnte Jodlösung einige der scheinbar ganz aufgelösten Blutkörperchen zum Vorschein bringen kann, die dann einen homogenen oder granulirten Zellenleib mit einem vergrösserten, farblosen und leicht granulirten Kern zeigen.

Etwas modificirt wird die Kochsalzwirkung, wenn man, nachdem die Blutkörperchen die radiäre Streifung angenommen haben, 0,06 %ige Natronlösung hinzusetzt: die Blutkörperchen nehmen dann plötzlich die Kugelform an und verlieren, ohne die bei der reinen Natronwirkung erwähnten Veränderungen zu zeigen, entweder ganz allmählig ihren Farbstoff und hinterlassen den farblosen Zellenleib mit dem farblosen, fein granulirten Kern oder es findet zugleich mit dem Austritt des Farbstoffes ein Zusammenfallen, eine Art Schrumpfung der Zellenhülle statt; diese zieht sich um den farblosen Kern zusammen, um sich dann nachträglich wieder auszudehnen und die Form, welche sie vor der Entfärbung gehabt, anzunehmen. Während bei der reinen Natronwirkung ein plötzliches Auflösen des ganzen Blutkörperchens eintritt, hinterbleibt hier zunächst ein deutlich hervortretender, farbloser Kern mit einem gleichfalls farblosen, scharf contourirten Zellenleibe; der Contour des letzteren wird darauf allmählig undeutlicher und schwindet schliesslich ganz; zuletzt löst sich auch der farblose Kern auf.

e. Wasser. Indem ich auf eine ausführliche Beschreibung der durch Wasserzusatz hervorgerufenen Veränderungen der Blutkörperchen von Kneuttinger <sup>18)</sup> und Kollmann <sup>19)</sup>

---

18) l. c. p. 21.

19) Kollmann, Einfluss des Wassers auf die rothen Blutkörper-



verweise, will ich nur kurz erwähnen, dass, nachdem die Körperchen aus der elliptischen in die Kugelform übergegangen sind, bisweilen eine rasche Entfärbung der anfangs noch stark gefärbten Kugeln eintritt; bei vorsichtigem Wasserzusatz wird jedoch der Farbstoff erst zum Centrum zurückgedrängt und an Stelle des Kernes scheint ein gefärbter Ballen zu liegen, von welchem oft gelbliche, spitzzulaufende Strahlen zur Peripherie hin auslaufen; die Randzone bei diesen Körperchen erscheint homogen und farblos. Der Kern, der im Anfang der Wasserwirkung schärfer hervortritt, dann weniger deutlich sichtbar ist, quillt bei längerer Wasserwirkung auf und wird immer schwächer lichtbrechend; auch der farblose Zellenleib vergrössert sich häufig sehr beträchtlich; schliesslich verschwindet sowohl der Zellenleib, als auch der Kern. Auch hier erscheinen auf Zusatz von verdünnter Essigsäure oder Jodlösung wieder einige der unsichtbar gewordenen, farblosen Zellenleiber, deren Kern zuweilen noch eine schwach-gelbliche Färbung annimmt. Dieser letztere Umstand spricht dafür, dass die rothen Blutkörperchen auch dem Wasser gegenüber eine verschiedene Resistenzfähigkeit besitzen; ein gewisser Unterschied tritt auch schon bei der Entfärbung entgegen: einzelne Blutkörperchen widerstehen viel länger dem Einflusse des Wassers und sind noch gefärbt, während andere schon ihren Farbstoff abgegeben haben; die letzteren lösen sich dann auch viel schneller auf, als die zuletzt entfärbten. Auf dieses differente Verhalten der Blutkörperchen werde ich bei der Gerinnung noch zurückkommen.

Im Anschluss an das Froschblut will ich noch mit ei-

---

chen des Frosches. Sitzungsberichte der mathemat.-phys. Classe zu München. 1873 p. 348.



nigen Worten des Salamander-Blutes erwähnen, das, abgesehen von einigen unbedeutenden Differenzen, auf Zusatz von Reagentien dieselben Veränderungen, wie das Froschblut zeigt. Nachdem die rothen Blutkörperchen bei Wasserzusatz die Kugelform angenommen hatten, konnte ich es häufig beobachten, wie der erst central gelegene, farblose Kern sich allmählig der Peripherie näherte und dann aus dem Zellenleibe heraustrat; zugleich mit dem Austreten des Kernes erfolgte die vollständige Entfärbung des Blutkörperchens; bisweilen blieb der Kern noch theilweise in der Zellenhülle stecken, oder er haftete dem Zellenleibe, nachdem er denselben verlassen, noch an. Die Contouren des stark ausgedehnten Zellenleibes und des Kernes wurden dann allmählig undeutlicher und schwanden zuletzt ganz; Essigsäure und Jod machten sie jedoch auch hier noch nach einiger Zeit wieder sichtbar.

0,06 %ige Essigsäure verändert die Blutkörperchen der Salamander ganz in derselben Weise, wie das Froschblut: nachdem die Blutkörperchen die Kugelform angenommen und der farbige Inhalt sich zum Centrum zusammengezogen hat, erscheint der Kern anfangs durch Anlagerung des auch hier in Form von kleinen Pigmentkörnchen sich ausscheidenden Niederschlages beträchtlich vergrößert; darauf lösen sich die Körnchen auf und es hinterbleibt ein glatter, runder, gelbgefärbter Kern innerhalb eines farblosen, homogenen oder leicht granulirten Zellenleibes. In einigen Fällen verlässt auch der gelbe Kern seinen Zellenleib, während in andern der letztere schrumpft und faltig verbogen dem Kern dicht anliegt.

0,06%ige Natronlösung löst die Blutkörperchen, nachdem sie die Kugelform angenommen, plötzlich auf, ohne dass diese die beim Froschblut erwähnten Veränderungen in so exquisiter Weise zeigen.



2. Ueber die Beziehungen des Faserstoffes zu den rothen Blutkörperchen des Frosches.

Schon bei der mikro-chemischen Reaction des Froschblutes war es mir aufgefallen, dass nach der Auflösung der Blutkörperchen durch Natron als Product des Zerfalles derselben eine zähschleimige, homogene Masse gebildet wurde. Das veranlasste mich, eine grössere Quantität Blut mit Natron zu versetzen und den aus der Zerstörung der Blutkörperchen gebildeten Körper einer näheren Untersuchung zu unterziehen.

Setzt man zu 1 Ccm. defibrinirten Froschblutes etwa 10—12 Tropfen einer 0,2%igen Natronlösung, so nimmt die Flüssigkeit eine bräunlich-rothe Farbe an und verwandelt sich in einigen Minuten in eine zähflüssige, fadenziehende Masse, die mikroskopisch untersucht keine ausgesprochene Structur erkennen lässt. Bei Neutralisation der alkalischen Flüssigkeit mit verdünnter Essigsäure ballt sich die schleimige Masse zusammen, nimmt ein schmutzig-röthlich gefärbtes Ansehen an und es scheiden sich aus derselben kleine röthlich gefärbte Flocken aus. Die Ausscheidung der Flocken wird beschleunigt, wenn man die Masse nach Zusatz von Essigsäure durchschüttelt, wobei die Flocken sich zu grössern Klumpen zusammenballen und an der Oberfläche der Flüssigkeit sich ansammeln, während ein feiner Niederschlag, welcher im Ueberschuss von Essigsäure und 25%iger Chlornatriumlösung löslich ist, zu Boden sinkt. Die Flocken zeigen unter dem Mikroskop ganz die bekannte Structur des Faserstoffes; zwischen den zarten Fasern erkennt man keine Spur von den körperlichen Elementen des Blutes. Dieser künstlich dargestellte faserstoffähnliche Körper zeigt ein dem genuinen Faserstoff des Froschblutes ganz analoges Verhalten: in concentrirter Natronlösung sind beide schwerlöslich; 25%ige Kochsalzlösung verändert sie



gar nicht; concentrirte Essigsäure und Natronlösung löst die Flocken leicht gleich nach der Ausscheidung, werden sie aber gut ausgewaschen, so sind sie auch in Essigsäure nicht mehr löslich.

Es handelte sich nun zunächst um die Entscheidung der Frage, ob dieser Körper nur aus den Blutkörperchen stammt, oder ob er sich vielleicht theilweise oder ganz aus dem Serum bildet. Dass aber das Serum bei der Bildung desselben gar nicht betheiligt ist, geht aus dem Umstande hervor, dass das reine Froschblutserum mit verdünnter Natronlauge versetzt, keine schleimige Masse giebt und bei Neutralisation mit Essigsäure keine Ausscheidung von Flocken erfolgt. Die Quelle des Körpers muss daher in den Blutkörperchen liegen. Man könnte nun den Einwand erheben, dass dieser Körper in gar keiner Beziehung zum Faserstoff stehe, sondern durch Zersetzung des Hämoglobin hervorgegangen und einfach gefälltes Globulin sei; aber abgesehen von ihrer deutlichen Faserstoffstructur müssten die Flocken dann die Reactionen des Globulin geben: in verdünnten Säuren und Alkalien löslich sein, was jedoch nicht der Fall ist. Einen weiteren Beweis dafür, dass es sich um keine Zersetzung des Hämoglobin handelt, liefert die Prüfung des Spectralbildes. Wäre das Hämoglobin zersetzt, so müsste anstatt der beiden Absorptionsstreifen des Hämoglobin der Hämatinstreif im Spectrum auftreten. Wenn man aber die verdünnte Natronlösung so lange auf defibrinirtes Blut einwirken lässt, bis dasselbe jenen zähschleimigen Charakter angenommen hat und durch das Mikroskop keine unversehrten Blutkörperchen mehr nachzuweisen sind, darauf diese Masse etwa mit dem 50fachen Volumen Wasser schüttelt, so vertheilt sie sich fast bis zur vollständigen Auflösung in dem Wasser. Prüft man nun das Spectralbild, so erkennt man die



beiden Absorptionsstreifen des Hämoglobin; diese sieht man, wenn auch weniger deutlich, noch nach Ausscheidung der Flocken durch Essigsäure. Hierbei bleibt jedoch die Möglichkeit offen, dass ein Theil des Hämoglobin zur Bildung der schleimigen Masse beigetragen hat, während der andere unverändert erscheint. Auf einen vollgültigen Beweis für die Nichtbetheiligung des Hämoglobin werde ich weiterhin zurückkommen.

Die Bildung des schleimigen Körpers geht in ganz gleicher Weise vor sich, ob man einfach defibrinirtes Blut nimmt oder nur die von Serum möglichst befreiten Blutkörperchen mit Natron behandelt.

Denkbar ist es nun, dass im Stroma der Blutkörperchen die Faserstoff bildenden Substanzen enthalten sind und durch Auflösung der Körperchen mittelst Natron das Material für die Faserstoffbildung geliefert, die Ausscheidung des Faserstoffes jedoch durch die alkalische Reaction der Flüssigkeit verhindert wird; sie erfolgt daher erst nach Neutralisation der Flüssigkeit durch Essigsäure.

Da, wie bereits erwähnt, durch Wasserzusatz die durch Natron gebildete schleimige Masse fast bis zur völligen Auflösung vertheilt werden kann, so suchte ich durch Verdünnung des Blutes mit gewissen Quantitäten Wasser unter Zusatz von Natron die Grenze festzustellen, bis zu welcher das Schleimigwerden der Flüssigkeit noch nachzuweisen war. Bei 2—6 facher Verdünnung des defibrinirten Blutes mit Wasser tritt, wenn man die verdünnte Natronlösung in dem oben erwähnten Verhältniss hinzugesetzt hat, noch ein deutliches Schleimigwerden der ganzen Flüssigkeit ein; bei 10- und mehrfacher Verdünnung wird die Masse schon dünnflüssiger. Je stärker also die Verdünnung ist, um so weniger schleimig wird die Masse und um so leichter verliert sich die schleimige



Beschaffenheit wieder; bei 50—100 facher Verdünnung tritt dieselbe gar nicht auf. Allein auch bei den letzteren Verdünnungsgraden gelingt es noch, durch  $\text{CO}_2$  und verdünnte Essigsäure die Ausscheidung des faserstoffähnlichen Körpers herbeizuführen. Wenn man die aus unverdünntem Blute durch Natron gebildete schleimige Masse 100 fach mit Wasser verdünnt, so löst sich dieselbe innerhalb einiger Stunden vollständig auf; auf Essigsäurezusatz scheiden sich nicht mehr die Flocken, sondern ein im Ueberschuss von Essigsäure lösliches Sediment aus; desgleichen erzeugt  $\text{CO}_2$  einen Niederschlag, der in Chlornatrium und concentrirter Essigsäure löslich ist. — Da durch Natron und nachfolgenden Zusatz von Essigsäure aus den Froschblutkörperchen ein Körper sich bildet, der, wenn auch nicht Faserstoff, so doch ein dem genuinen Faserstoff sehr nah verwandter Körper zu sein scheint, so stellte ich mir die Aufgabe, die Quantität desselben annähernd zu bestimmen, um daraus zu entnehmen, ob derselbe sich nicht aus den farblosen Elementen allein bildet, oder ob auch die rothen Blutkörperchen bei der Bildung desselben betheiligt sind. Dazu wurde folgender Versuch angestellt: 6 Ccm. Froschblut wurden in einem von einer künstlichen Kältemischung umgebenen Gefässe aufgefangen und in zwei gleiche Theile getheilt. Die eine Quantität wurde durch Natron in jene fadenziehende, homogene Masse verwandelt, aus welcher durch Essigsäure die Ausscheidung der Flocken zu Wege gebracht wurde; diese wurden nun mit Wasser so lange ausgewaschen, bis sie fast völlig entfärbt waren. Der aus dem zweiten Blutquantum gewonnene genuine Faserstoff wurde gleichfalls bis zur fast vollständigen Entfärbung der Flocken mit Wasser ausgelaugt. Darauf wurden beide Quantitäten auf je ein vorher aschenfrei gemachtes und gewogenes Filter



gebracht, mit Wasser, Alcohol und Aether ausgelaugt und gewogen. Das Gewicht des genuinen Faserstoffes aus den 3 Ccm. Blut betrug 0,0260 Grm. = 0,866 %; der aus den 3 Ccm. Blut durch Natron und Essigsäure dargestellte Körper wog 0,1434 Grm. = 4,780 %. Das Gewicht des letzteren übertrifft demnach das des Faserstoffes um mehr, als das Fünffache; es kann daher dieser Körper unmöglich aus den farblosen Elementen des Blutes allein stammen, sondern es müssen auch die rothen zur Bildung desselben beitragen.

Faserstoffbildung durch Wasserzusatz. Hoppe-Seyler<sup>20)</sup> hat zuerst darauf aufmerksam gemacht, dass die kernhaltigen Blutkörperchen der Vögel bei Behandlung mit Wasser einen reichlichen Niederschlag von Albuminstoffen geben, die sich zum grössten Theil ähnlich dem Fibrin verhalten.

Auch Heynsius<sup>21)</sup> beobachtete auf Zusatz von grossen Mengen Wasser oder verdünnter Chlornatriumlösung zum defibrinirten Hühnerblut eine Ausscheidung von kleinen Flocken, welche zu einer gallertartigen, hellroth-gefärbten Masse zusammenschmolzen und am meisten mit dem Fibrin übereinstimmten.

Da die von Hoppe-Seyler und Heynsius gemachten Angaben sich nur auf das Vogelblut beziehen, am Amphibienblut dagegen speciellere Untersuchungen in dieser Beziehung bisher nicht angestellt sind, so stellte ich mir die Aufgabe, die Einwirkung des Wassers auch auf das Froschblut näher festzustellen.

---

20) Hoppe-Seyler, Handbuch der physiol. - path. - chemischen Analyse. Berlin. 1870. S. 318.

21) Heynsius, Ueber die Eiweisskörper des Blutes. Pflügers Archiv. 1869. S. 30.



Zu dem Behufe fügte ich zu sorgfältig defibrinirtem Froschblut etwa die 4—6fache Quantität destillirten Wassers hinzu. Schon nach einigen Minuten scheidet sich in der Flüssigkeit ein schwaches Gerinnsel aus, das sich allmählig zu einem derberen Coagulum zusammenzieht. Das mikroskopische Bild desselben stimmt ganz mit dem des genuinen Faserstoffes überein: zarte, unter verschiedenen Winkeln sich kreuzende Fasern schliessen entfärbte rothe und zum Theil noch erhaltene farblose Blutkörperchen ein. Nach einigen Stunden verschwindet das Gerinnsel jedoch wieder, ganz wie der genuine Faserstoff, der sich gleichfalls in 4—6 Stunden wieder vollständig auflöst. Das Verhalten des durch Wasserzusatz erzeugten Faserstoffes gegen Reagentien entspricht ganz dem des genuinen Faserstoffes.

Da nach Ablauf der spontanen Gerinnung Wasserzusatz eine erneute Gerinnselbildung zur Folge hat, so fragt es sich, woher das Material für die weitere Faserstoffausscheidung stammt. Die erste Bedingung für den Eintritt der Gerinnung ist die Gegenwart der fibrinoplastischen und der fibrinogenen Substanz, aus deren Vereinigung unter Mitwirkung des Fibrinfermentes der Faserstoff hervorgeht. Da nun das Ferment, wie ich ermittelt habe, auch nach der Gerinnung in der Flüssigkeit zurückbleibt und dieselbe doch nicht gerinnt, so kann es sich nur um folgende Möglichkeiten handeln: es kann entweder überschüssige fibrinogene Substanz im Serum vorhanden sein und die fehlende fibrinoplastische durch Auflösung der Blutkörperchen mittelst Wasser geliefert werden, oder umgekehrt: es ist ein Ueberschuss an fibrinoplastischer Substanz da und die fibrinogene geht durch Zerstörung der Blutkörperchen hervor, oder es stammen beide aus den Blutkörperchen. Wenn nun im Froschblutserum ein Ueberschuss an



fibrinogener Substanz vorhanden wäre, so müsste eine erneute Zufuhr von fibrinoplastischer Substanz zum defibrinirten Blute eine erneute Gerinnung zur Folge haben. Trennt man, nachdem die Blutkörperchen sich im defibrinirten Blute gesenkt haben, diese vom Serum und setzt zum letzteren fibrinoplastische Substanz enthaltendes Rinderblutserum, so müsste, wenn das Froschblutserum noch fibrinogene Substanz enthielte, eine Gerinnung eintreten. Das ist jedoch nicht der Fall! Die Flüssigkeit verändert sich gar nicht. Sämmtliche im Plasma enthaltene fibrinogene Substanz wird also wie beim Säugethierblut, so auch beim Froschblut bei der spontanen Gerinnung verbraucht und im Serum bleibt noch gelöste fibrinoplastische Substanz übrig; das Letztere geht daraus hervor, dass das Durchleiten eines  $\text{CO}_2$ stromes durch das 10fach mit Wasser verdünnte Serum eine Fällung der fibrinoplastischen Substanz hervorruft, verdünnte Essigsäure und Chlornatrium sie wieder löst, und dass nach Hinzufügen von fibrinogene Substanz enthaltender Pericardialflüssigkeit zum Froschblutserum eine Gerinnung erfolgt. Da im Serum keine fibrinogene Substanz enthalten ist, so muss sie aus den Blutkörperchen stammen und zwar bei dem durch Wasser bedingten Zerfall derselben entweder frei werden oder sich erst bilden.

Nachdem ich nun festgestellt hatte, dass die fibrinogene Substanz aus den Blutkörperchen des Frosches gebildet wird, suchte ich weiter zu ermitteln, ob dieselbe an die Kerne und das Stroma der Blutkörperchen gebunden ist, oder ob sie aus dem Hämoglobin hervorgeht. Um diese Frage zu entscheiden, kam es zunächst darauf an, das Hämoglobin von dem Stroma der Blutkörperchen zu trennen. Das lässt sich am besten durch Behandlung des Blutes mit  $\text{CO}_2$ haltigem Wasser erreichen. Während einfaches Wasser auch das Häm-



globin löst, zerstört es zugleich die Stromata der Blutkörperchen. Das  $\text{CO}_2$ haltige Wasser dagegen extrahirt nur das Hämoglobin und lässt die Stromata intact; die entfärbten Blutkörperchen, welche die bei der  $\text{CO}_2$ einwirkung bereits erwähnten Veränderungen zeigen, senken sich als weisse Masse zu Boden und lassen sich dann leicht von der hämoglobinhaltigen Flüssigkeit trennen. Der Versuch wurde in folgender Weise angestellt: 4 Ccm. defibrinirten Froschblutes wurde mit 20 Ccm.  $\text{CO}_2$ haltigem Wasser verdünnt und nachdem das Hämoglobin gelöst in die Flüssigkeit übergegangen war und die entfärbten Blutkörperchen sich gesenkt hatten, wurde die hämoglobinhaltige Flüssigkeit von den Körperchen abgehoben und durch ein doppeltes Filter filtrirt. Ein Theil des Filtrates wurde, um die  $\text{CO}_2$  zu entfernen, einfach geschüttelt, ein anderer, um die  $\text{CO}_2$  zu neutralisiren, mit Spuren sehr verdünnter Natronlösung versetzt: beide Präparate veränderten sich gar nicht, es trat keine Gerinnung ein; diese hätte, da das Ferment und die fibrinoplastische Substanz in der Flüssigkeit enthalten waren, erfolgen müssen, wenn die fehlende fibrinogene Substanz aus dem Hämoglobin geliefert worden wäre. Auf Zusatz von grösseren Mengen Natron zum Filtrat bildete sich keine schleimige Masse, erst bei längerer Einwirkung trat wohl in Folge von Zersetzung des Hämoglobin ein feiner Niederschlag, aber keine Flockenbildung ein. — Die von der hämoglobinhaltigen Flüssigkeit getrennten Körperchen wurden ebenso behandelt: ein Theil derselben wurde erst mit etwas Wasser verdünnt und darauf zur Entfernung der  $\text{CO}_2$  geschüttelt, ein anderer Theil wurde mit Spuren sehr verdünnter Natronlösung versetzt: in beiden Präparaten bildete sich ein zwar schwaches, aber deutliches Gerinnsel, welches sich nach einiger Zeit wieder auflöste. Fügt man zu den



mit Wasser verdünnten, entfärbten Körperchen einige Tropfen verdünnter Natronlösung hinzu, so lösen sie sich sofort und geben die bereits bei der Behandlung des Blutes mit Natron erwähnte zähschleimige, fadenziehende Masse, aus welcher bei Neutralisation mit Essigsäure die Ausscheidung der faserstoffähnlichen Flocken erfolgt.

Aus dem vorliegenden Versuch geht demnach hervor, dass das in dem Filtrat enthaltene Hämoglobin die fibrinogene Substanz nicht liefert und somit in keiner Beziehung zur Faserstoffbildung steht; die fibrinogene Substanz kann daher nur aus dem Protoplasma der Blutkörperchen stammen.

Da das hämoglobinhaltige Filtrat durch Natron nicht in eine schleimige Masse verwandelt wurde, so liefert dieser Versuch zugleich den sichersten Beweis für die Nichtbetheiligung des Hämoglobin an der Bildung des auf Natronzusatz aus dem Blute entstehenden zähschleimigen Körpers, — einen Beweis, den ich bei der ausführlicheren Betrachtung dieses Körpers noch schuldig geblieben war.

Wie im Serum nach der spontanen Gerinnung, so ist auch nach Eintritt der durch Wasserzusatz erzeugten Faserstoffausscheidung im defibrinirten Blute die fibrinoplastische Substanz noch im Ueberschuss vorhanden; dieselbe wird in so bedeutender Menge aus den Blutkörperchen geliefert, dass sie bei der Faserstoffbildung nicht vollständig verbraucht werden kann. Trennt man bei einer gewissen Quantität defibrinirten Blutes Serum und Blutkörperchen, verdünnt die letzteren 10fach mit Wasser und filtrirt die Flüssigkeit nach Eintritt der Gerinnung, so lässt sich aus dem Filtrat durch  $\text{CO}_2$  ein bedeutend massigerer Niederschlag von fibrinoplastischer Substanz fällen, als aus dem 10fach mit Wasser verdünnten reinen Serum. Es ist hier demnach eine grössere Menge von Paraglobulin



durch Zerfall der Blutkörperchen hervorgegangen, als im Serum nach der spontanen Gerinnung enthalten ist.

Um noch die Frage zu entscheiden, ob der bei Wasserzusatz ausgeschiedene Faserstoff und der durch Natron und Essigsäure aus den Blutkörperchen gebildete faserstoffähnliche Körper identisch sind, wurde ein Theil vom Serum möglichst befreiter Blutkörperchen mit der dreifachen Menge Wasser verdünnt, das ausgeschiedene Gerinnsel sorgfältig mit Wasser ausgewaschen und darauf zu den Faserstofflocken verdünnte Natronlösung hinzugefügt: diese verwandelten sich in kurzer Zeit in eine zähschleimige Masse; wurde zu den dreifach mit Wasser verdünnten, vom Serum getrennten Blutkörperchen verdünnte Natronlösung gesetzt, so bildete sich gleichfalls eine zähschleimige Masse, die ganz das Ansehen der aus den Faserstofflocken mittelst Natron dargestellten hatte. Auch der bei der spontanen Gerinnung gebildete Faserstoff nimmt bei Behandlung mit verdünnter Natronlauge einen zähschleimigen Charakter an, so dass auch in dieser Beziehung das Verhalten des genuinen Faserstoffes ganz dem durch Wasser aus dem defibrinirten Blute erzeugten entspricht. — Da das Wasser, in grösseren Mengen zum Säugethierblut gesetzt, bekanntlich den Eintritt der Gerinnung hindert, so prüfte ich noch verschiedene Verdünnungsgrade, um annähernd eine Grenze festzustellen, bei welcher die Gerinnung des defibrinirten Froschblutes noch wahrnehmbar ist und erhielt dabei folgende Resultate: Wenn man die vom Serum möglichst getrennten Blutkörperchen zweifach mit Wasser verdünnt, so gerinnt die ganze Masse zu einem ziemlich festen Coagulum; auch bei 6—10-facher Verdünnung ist die Gerinnung deutlich, aber selbst bei 30—40facher Verdünnung lässt sich noch ein leichtes Gerinnsel erkennen. Nimmt man defibrinirtes Blut, ohne



das Serum zu entfernen, so wird schon bei 5—10facher Verdünnung ein weniger deutliches Gerinnsel ausgeschieden, das auch in kurzer Zeit wieder schwindet, während das aus den vom Serum getrennten Blutkörperchen sich bei Weitem länger erhält.

Um die Menge des aus dem defibrinirten Blute durch Wasserzusatz ausgeschiedenen Faserstoffes zu bestimmen, wurden einige quantitative Gewichtsbestimmungen angestellt. Diese haben aber insofern ihre Schwierigkeit, als nach der Entfernung des ersten ausgeschiedenen Gerinnsels sich in demselben Präparat nach einiger Zeit wieder ein zweites, dann ein drittes etc. bildet; wenn man aber das Gerinnsel nicht bald nach dem Eintritt der Gerinnung mit Wasser auslaugt, so tritt allmählig eine Auflösung desselben ein. Wird nun das erste Gerinnsel gewogen, so entspricht dieses nicht genau der gesamten durch Wasser gebildeten Faserstoffmenge. Es wurden deshalb sämtliche allmählig gebildete Gerinnsel, nachdem sie sofort nach ihrer Ausscheidung sorgfältig mit Wasser ausgelaut waren, gesammelt und darauf gewogen. — Zu einer Gewichtsbestimmung wurden 5 Ccm. Blut benutzt: nach Eintritt der spontanen Gerinnung wurde das Gerinnsel ausgepresst; der Faserstoff mit Wasser ausgewaschen, darauf ganz ebenso, wie bei den bereits erwähnten quantitativen Gewichtsbestimmungen behandelt und gewogen, gab ein Gewicht von 0,0170 Grm. = 0,340 %; nachdem in dem defibrinirten Blute die Blutkörperchen sich gesenkt hatten, wurde nach 12 Stunden das Serum von den Körperchen abgehoben und die letzteren mit der 4fachen Wassermenge verdünnt; das darauf gebildete Gerinnsel ausgewaschen und gewogen, gab 0,0278 Grm. = 0,556 % Faserstoff, also eine beträchtlich grössere Quantität, als bei der spontanen Gerinnung.



Da aus den rothen Blutkörperchen künstlich eine Faserstoffausscheidung erzeugt werden kann und die Quantität des genuinen Faserstoffes eine sehr beträchtliche ist (bei der ersten angeführten Gewichtsbestimmung über 0,8 %), so erscheint es mir höchst wahrscheinlich, dass auch schon bei der spontanen Gerinnung die rothen Blutkörperchen sich an der Faserstoffbildung betheiligen.

Nicht unerwähnt will ich lassen, dass es in Bezug auf die Faserstoffbildung durch Wasserzusatz nicht gleichgültig zu sein scheint, wann man das Wasser hinzufügt. Verdünnt man ganz frisches defibrinirtes Blut mit Wasser, so tritt auch Gerinnung ein, aber das Gerinnsel ist mehr schleimig und so zart, dass es beim Auswaschen mit Wasser sich fast vollständig vertheilt; ferner konnte ich aus meinen Versuchen entnehmen, dass die Gerinnung günstiger von Statten geht, wenn das Serum möglichst von den Blutkörperchen entfernt wird, da dasselbe möglicherweise durch seine schwach alkalische Reaction die Faserstoffausscheidung beeinflusst. Am schönsten sah ich die Gerinnung eintreten, wenn ich defibrinirtes Blut etwa 10—12 Stunden bei einer Temperatur von circa 10° C. aufbewahrte, darauf das Serum von den Blutkörperchen abhob und die letzteren mit der 4—6 fachen Wassermenge verdünnte. Es scheint demnach, dass die Blutkörperchen bei längerem Stehen gewissen Veränderungen unterliegen, welche auf die Faserstoffausscheidung einen begünstigenden Einfluss ausüben.

Als Beleg für den letzteren Umstand kann auch folgende quantitative Gewichtsbestimmung gelten: 5 Ccm. Blut wurden in einem von einer Kältemischung umgebenen Gefäss aufgefangen, in 2 gleiche Theile getheilt und die eine Quantität mit 15 Ccm. Wasser verdünnt; die ausgeschiedenen Gerinnsel



wurden darauf mit Wasser ausgelaugt und gewogen. Das Gewicht des in den  $2\frac{1}{2}$  Ccm. Blut gebildeten genuinen Faserstoffes betrug 0,0106 Grm. = 0,424 %, dasjenige des nach dem Wasserzusatze ausgeschiedenen Faserstoffes 0,0131 Grm. = 0,524 %. Wenn man berücksichtigt, dass das defibrinirte Blut allein bei Wasserzusatz schon eine grössere Quantität Faserstoff giebt, als bei der spontanen Gerinnung gebildet wird, so müsste man erwarten, dass die Faserstoffmenge aus dem mit Wasser verdünnten, nicht defibrinirten Blute wenigstens um das Doppelte grösser ist, als die aus dem unverdünnten Blute. Da das in der letzten Gewichtsbestimmung jedoch nicht der Fall war, so kann ich mir die Kleinheit jener Differenz nur daraus erklären, dass ich zu diesem Versuche ganz frisches Blut nahm, dasselbe nicht erst längere Zeit stehen liess und die Blutkörperchen nicht vom Serum trennte.

Schliesslich will ich noch einiger Versuche erwähnen, die ich mit einer von Herrn Prof. A. Schmidt dargestellten wässerigen Fibrinfermentlösung anstellte. Wird diese zu dem mit Wasser verdünnten defibrinirten Blute hinzugefügt, so tritt die Ausscheidung eines Gerinnsels bedeutend rascher ein, als bei einfachem Wasserzusatz. Ferner konnte ich den Eintritt der Gerinnung bei einer durch Natronlauge verstärkten alkalischen Reaction des Blutes, welche die spontane Gerinnung fast vollständig aufhob, nach Zusatz von Fermentlösung noch beobachten. Setzte ich zu 1 Ccm. undefibrinirten Blutes 3 Tropfen einer 0,1 %igen Natronlösung und darauf 1 Ccm. Wasser, so trat fast gar keine Gerinnung ein, während bei Zusatz von 1 Ccm. Fibrinfermentlösung, anstatt des Wassers, sich ein deutliches Gerinnsel bildete, welches sich beträchtlich länger, als selbst ein durch Wasser ausgeschiedenes, erhielt. Die



letzteren Versuche sprechen dafür, dass dem Fibrinferment eine specifische, die Gerinnung beschleunigende Wirkung zukommt, da dasselbe selbst bei verstärkter Alkalescenz des Blutes noch eine Gerinnung hervorruft.

### B. Hühnerblut.

Dieselben Veränderungen, wie das Froschblut, zeigt auch das Hühnerblut bei Zusatz von Reagentien. Auch die Beziehungen der rothen Blutkörperchen zur Faserstoffbildung stimmen ganz mit denen des Froschblutes überein. Ich kann mich daher, um Wiederholungen zu vermeiden, bei der Betrachtung dieser Blutart kürzer fassen.

#### 1) Mikro-chemische Reactionen:

a. Essigsäure. Das defibrinirte Hühnerblut mit 0,06%iger Essigsäure behandelt, zeigte im Wesentlichen dasselbe Bild, wie das Froschblut, nur gelang es mir hier weniger gut, die einzelnen Stadien der Veränderungen wegen ihres zu raschen Verlaufes zu verfolgen. Die Blutkörperchen nehmen rasch die Kugelform an und während sie mehr und mehr erblassen, beginnt der farblose Kern sich zu färben. Bei längerer Einwirkung der Säure wird die Farbe des Kernes, der meist glatt und rund ist, bisweilen aber auch durch die Ausscheidung des körnigen Niederschlages ein granulirtcs Aussehen erhält, intensiver gelb, während der von einem zarten Contour begrenzte Zellenleib sich vollständig entfärbt; in einigen Fällen tritt auch hier eine Schrumpfung des letzteren ein, so dass derselbe oft faltig verbogen dem Kerne anliegt.

Stärkere Essigsäure wirkt viel intensiver ein: die Entfärbung der Blutkörperchen erfolgt bedeutend schneller; der Kern wird gleichfalls gelb gefärbt, behält aber in der Regel eine längliche Form bei.



b. Natron. 0,06%ige Natronlösung ruft dieselben Veränderungen, wie die beim Froschblut beschriebenen, hervor. Auch hier zeigen die Blutkörperchen erst die erwähnten Formveränderungen: Einkerbungen, Einschnürungen, kleine theils stachel-, theils kolbenförmige Fortsätze, die wieder schwinden; dann erfolgt die plötzliche Auflösung derselben.

c. Chlornatrium. Die Wirkung einer 25%igen Kochsalzlösung auf die rothen Blutkörperchen des Hühnerblutes ist ganz analog der beim Froschblut geschilderten. Nach der Entfärbung der Blutkörperchen schwindet zuerst der scharfe Contour, während der Kern noch sichtbar bleibt; schliesslich löst sich auch dieser auf.

d. Wasser. Bei Zusatz von Wasser werden die Blutkörperchen allmählig blasser, wobei der vergrösserte, runde Kern noch längere Zeit sichtbar bleibt; zuletzt schwindet derselbe jedoch auch.

e. Kohlensäure. Wird das Blut in  $\text{CO}_2$  haltigem Wasser aufgefangen, so verändert es sich ganz in derselben Weise, wie bei Essigsäurezusatz: der Kern wird rund und gelb, während der Zellenleib sich vollständig entfärbt und meist homogen, bisweilen leicht granulirt erscheint.

2) Die Beziehungen des Faserstoffes zu den rothen Blutkörperchen des Huhnes.

Ganz dieselben Resultate, wie das Froschblut, ergab auch das Hühnerblut in Bezug auf die Faserstoffbildung. Wenn man das Serum von den Blutkörperchen abhebt und letztere mit dem 4—6fachen Volumen Wasser verdünnt, so bildet sich gleichfalls nach einigen Minuten ein schwaches Gerinnsel, das jedoch nicht so deutlich, wie beim Froschblut, hervortritt. Auch hier konnte ich den bereits beim Froschblut erwähnten Umstand constatiren, dass die Gerinnung bei



Weitem deutlicher eintrat, wenn das Blut einige Stunden gestanden hatte und darauf die vom Serum möglichst befreiten Blutkörperchen mit Wasser behandelt wurden.

Einige Tropfen verdünnter Natronlauge verwandeln auch das Hühnerblut in eine zähschleimige, fadenziehende Masse, aus welcher bei Neutralisation mit Essigsäure sich der faserstoffähnliche Körper in grossen, röthlichgefärbten Flocken ausscheidet, die im Ueberschuss von Essigsäure und Chlornatrium unlöslich, in concentrirter Natronlauge schwer löslich sind. Der bei der spontanen Gerinnung gebildete Faserstoff verwandelt sich gleichfalls auf Zusatz von verdünnter Natronlösung in eine hellgelbe, schleimige Masse, welche sich sehr ähnlich der oben erwähnten verhält.

---

In Bezug auf die Faserstoffbildung unterscheidet sich das Amphibien- und Vogelblut sehr wesentlich vom Säugethierblut. Während bei den ersteren Blutarten der Wasserzusatz immer den Eintritt einer Gerinnung zur Folge hat, gelang es mir beim defibrinirten Säugethierblut nie, bei Behandlung desselben mit Wasser eine Faserstoffausscheidung zu erzielen. Desgleichen wird das Säugethierblut auch nie durch Natron in die beim Frosch- und Hühnerblut erwähnte zähschleimige Masse verwandelt. Die Fibringeneratoren scheinen somit in den rothen Blutkörperchen des Säugethierblutes nicht enthalten zu sein.

Da die Blutkörperchen der Amphibien und Vögel das Material für die beiden Fibringeneratoren liefern, so ist es auch erklärlich, dass diese durch alle Mittel, welche eine Auflösung der Blutkörperchen zu Wege bringen, wie durch Wasser und Natron, frei werden und in Folge dessen eine Gerinnung eintritt. Bei der Auflösung der Blutkörperchen durch Wasser



wird aber eine geringere Menge von faserstoffbildenden Substanzen geliefert, als bei der Zerstörung derselben durch Natron, da die Quantität des durch Natron gebildeten faserstoffähnlichen Körpers eine bei Weitem grössere, als die durch Wasser erzeugte, ist.

Aus den vorliegenden Versuchen kann ich für das Amphibien- und Vogelblut folgende Schlüsse ziehen:

1) Sowohl die fibrinoplastische, als auch die fibrinogene Substanz wird von den Blutkörperchen geliefert.

2) Das Hämoglobin ist bei der Faserstoffbildung nicht betheiligt.

3) Die Fibringeneratoren stammen aus dem Protoplasma der Blutkörperchen.

4) Es besteht kein Unterschied zwischen dem genuinen und dem durch Wasserzusatz ausgeschiedenen Faserstoff.

5) Die bei der Zerstörung der Blutkörperchen durch Natron gebildete Masse enthält einen dem Faserstoff nahe verwandten Körper.

---

## II. Säugethierblut.

Im normalen Säugethierblut hat man bisher immer vergeblich nach gewissen Formen von Blutkörperchen gesucht, welche den Uebergang der farblosen in die rothen vermitteln. Nur unter pathologischen Verhältnissen haben, wie bereits erwähnt, Klebs, Eberth, Böttcher und Erb gewisse von den normalen rothen Blutkörperchen sich unterscheidende Formen von Zellen beobachtet, welche jene Forscher für Ueber-



gansformen zu den rothen halten<sup>22)</sup>. Aus dem Nichtvorhandensein der Uebergangsformen im normalen Blut glaubte man entweder auf einen sehr langsamen Regenerationsprocess der Blutkörperchen, oder auf eine so überaus rasche Umwandlung der farblosen Elemente in rothe schliessen zu können, dass sich die Zwischenformen jeder Beobachtung entziehen. Eine weitere Möglichkeit hat bisher jedoch weniger Berücksichtigung gefunden: die Uebergangsformen können nämlich, trotzdem dass sie im circulirenden Blute in beträchtlicher Menge vorhanden sind, nach Entfernung des Blutes aus dem Thierkörper so rasch dem Zerfall anheimfallen, dass sie unter gewöhnlichen Verhältnissen gar nicht zur Beobachtung kommen. Die farblosen Blutkörperchen gehen zum grössten Theil bei der Gerinnung zu Grunde; da nun die Uebergangsformen aus den farblosen Elementen hervorgehen, so kann die Gerinnung des Blutes auf dieselben gleichfalls einen verderblichen Einfluss ausüben und zwar in der Art, dass sie während des Gerinnungsprocesses vollständig zerfallen und in Folge dessen im geronnenen oder defibrinirten Blute sich nicht mehr auffinden lassen. Es lag daher nahe, diesen möglicherweise wichtigen Einfluss auszuschliessen und eine Blutart einer näheren Untersuchung zu unterziehen, bei welcher nach Entfernung des

---

22) Ausser jenen oben genannten Forschern hat noch kürzlich Eichhorst (Ein merkwürdiger Fund im Blute eines Typhuskranken. Centralblatt f. d. medic. Wissenschaften. 1874. p. 847) im Blute eines Typhuskranken von den normalen Blutkörperchen abweichende, feingranulirte, farblose Zellen beobachtet, welche den Durchmesser der farblosen Blutkörperchen um das 4—6 fache übertrafen und 2—5, selten 7 hellgelbe Scheiben einschlossen, welche den rothen Blutkörperchen völlig glichen und nur etwas blasser aussahen; einzelne dieser Blutkörperchen enthaltenden Zellen zeigten Fortsätze, wie sie bei contractilen Zellen zur Beobachtung kommen.



Blutes aus dem Thierkörper die Gerinnung längere Zeit hintangehalten werden kann. Dazu eignet sich am besten das Pferdeblut, bei welchem die Gerinnung schon bei gewöhnlicher Temperatur viel später, als bei den andern Blutarten eintritt und durch Kälte oder Zusatz von Reagentien noch weiter aufgehalten werden kann. Die Untersuchung dieses unter gewissen Cautelen aufgefangenen Blutes führte auch Herrn Prof. A. Schmidt<sup>23)</sup> zur Entdeckung einer bisher der Beobachtung entgangenen Form von Blutkörperchen, welche sich jedoch nicht allein im Pferdeblut, sondern auch im Blut der andern Säugethiere findet und die nur als Uebergangsform zu den rothen Blutkörperchen gedeutet werden kann.

#### A. Pferdeblut.

Wird einem Perde das Blut durch einen Aderlass aus der V. jugularis entzogen und in einem von einer Kältemischung umgebenen Gefäss aufgefangen, so kann man bekanntlich durch die rasche Abkühlung des Blutes den Eintritt der Gerinnung bedeutend verzögern. Schon nach einigen Minuten beginnen die rothen Blutkörperchen sich in dem Gefäss zu Boden zu senken. Bringt man nun einen aus der obersten Schicht des Plasma entnommenen Tropfen Blut unter das Mikroskop, so findet man in demselben ausser einigen rothen, die verschiedenen Formen von farblosen Blutkörperchen, unter welchen man neben den als typische Form der farblosen bezeichneten, die rothen nur wenig an Grösse übertreffenden, grössere fein- und grobgranulirte erkennen kann; ausserdem ist aber noch constant eine Form von Zellen vertreten, welche sich sowohl

---

23) l. c. p. 356.



durch ihre Grösse, als auch durch ihre Färbung wesentlich von den farblosen Blutkörperchen unterscheidet. An den letzteren erkennt man einen zarten Contour, der einen scheinbar nur aus dichtgedrängten, rothen, scharfcontourirten Körnern bestehenden Leib begrenzt, in welchem zunächst ein Kern nicht wahrnehmbar ist (Fig. I, a.) Die Form dieser Zellen stimmt ganz mit der der farblosen überein; ihre Grösse schwankt nur unbedeutend, aber selbst die kleinsten derselben sind noch grösser als die grössten farblosen Blutkörperchen. Grösseren Schwankungen scheint jedoch ihre Zahl zu unterliegen, da man dieselben bisweilen in sehr beträchtlicher Menge, in andern Fällen weniger zahlreich findet. Diese Form von Zellen werde ich in der Folge mit dem Namen rothe Körnerkugeln bezeichnen. Die rothen Körner in den Körnerkugeln geben bei schwächeren Vergrösserungen, welche die einzelnen Körner weniger scharf hervortreten lassen, der ganzen Zelle eine röthlich-gelbe Farbe, so dass sie durchweg gefärbt erscheint. Bei stärkeren Vergrösserungen erkennt man jedoch in diesen Zellen eine homogene, farblose Grundsubstanz, in welche die rothen Körner eingebettet sind. Bisweilen sieht man bei einigen Körnerkugeln an einer Stelle eine farblose, homogene Partie, die sich scharf von den rothen Körnern abhebt; ob diese farblose Stelle etwa einem sichtbar werdenden, farblosen Kern entspricht, oder ob es nur die farblose Grundsubstanz ist, welche hier keine rothen Körner einschliesst, konnte ich nicht entscheiden (Fig. I, a'.) Die Farbe der rothen Körner unterscheidet sich bei der Mehrzahl der Körnerkugeln kaum von der der rothen Blutkörperchen; nur bei einzelnen ist sie weniger intensiv, wie die der ausgebildeten rothen Zellen.

Ich will hier beiläufig bemerken, dass ich meine Untersuchungen vorzugsweise mit Hartnack'schen Mikroskopen



(Ocular 3, 4 und 5, Linse 7 und 9) anstellte. Da diese Mikroskope bisweilen ein gelbliches Licht haben, so prüfte ich, um mich zu vergewissern, dass die Färbung der rothen Körnerkugeln nicht eine scheinbare, nur durch das Mikroskop bedingte sei, diese auch mit andern Mikroskopen. Liess schon der bei den Hartnack'schen Mikroskopen sich deutlich herausstellende Farbenunterschied zwischen den farblosen Blutkörperchen und den rothen Körnerkugeln kaum einen Zweifel an ihrer Färbung aufkommen, so wurde dieser ganz gehoben, als auch Mikroskope von Nachet und Schiek diese Zellen ebenso intensiv gefärbt erscheinen liessen; weniger deutlich trat die rothe Farbe der Körnerkugeln bei Mikroskopen von Gundlach und Wasserlein hervor, allein auch die der rothen Blutkörperchen war hier weniger ausgesprochen. Bei stärkeren Vergrößerungen wird allerdings die Farbe der rothen Körnerkugeln schwächer, als die der rothen Blutkörperchen; die letztern bestehen aber auch aus einer viel dichteren Masse und der Farbstoff ist gleichmässig durch die ganze Zelle vertheilt, während bei den Körnerkugeln einzelne rothe Körner in eine farblose Grundsubstanz eingelagert sind.

Kehren wir zum Verhalten der rothen Körnerkugeln im ungeronnenen Blute zurück: untersucht man weiter das in Eiswasser stehende Blut, bevor die rothen Blutkörperchen sich zu Boden gesenkt haben, so findet man neben ganz unveränderten rothen Körnerkugeln schon zahlreicher weniger intensiv gefärbte; daneben treten theils grössere, theils kleinere Häufchen von dichtaneinanderliegenden, kugelförmig oder ganz unregelmässig zusammengeballten, farblosen Körnern auf, welche durch eine kaum erkennbare Zwischensubstanz zusammengehalten werden. Die Grösse dieser farblosen Körner entspricht ganz der der rothen Körner in den Körnerkugeln. Ausser



diesen gröbern farblosen Körnern sieht man noch zahlreiche aus feineren Körnchen zusammengesetzte, farblose Körnerhaufen, welche letztere, wie A. Schmidt <sup>24)</sup> nachgewiesen, aus dem Zerfall der farblosen Blutkörperchen hervorgehen. Nachdem die rothen Blutkörperchen sich vollständig gesenkt haben, finden sich in den oberen Schichten des Plasma nur vereinzelte, dagegen in der den rothen Blutkörperchen zunächst liegenden Plasmaschicht noch eine beträchtliche Menge von rothen Körnerkugeln. Die Zahl der farblosen Körnerhaufen, die im ganz frischen Plasma fast gar nicht vertreten sind, nimmt allmählig immer zu, während die der rothen Körnerkugeln in derselben Masse abnimmt. Unterzieht man die bei der beginnenden Gerinnung im Plasma auftretenden gallerartigen Massen einer mikroskopischen Untersuchung, so findet man in den Faserstoffzügen eingebettet, neben zahlreichen, die Faserstoffzüge pflasterartig deckenden, farblosen Zellen und noch erhaltenen, aber zum grössten Theil schon entfärbten rothen Körnerkugeln, in beträchtlicher Menge jene oben erwähnten farblosen Körnerhaufen, die auch hier zum Theil ihre runde Form beibehalten haben, zum Theil unregelmässig, in die Länge gezogen erscheinen. Mit der fortschreitenden Gerinnung verringert sich die Zahl der noch zwischen den Faserstoffzügen erhaltenen rothen Körnerkugeln; ist die Gerinnung beendet, so sind die zwischen den Faserstoffzügen eingebetteten, rothen Körnerkugeln sämmtlich zu Grunde gegangen und nur die farblosen Körnerhaufen noch sichtbar, welche schliesslich auch ganz schwinden. Nach 24 Stunden findet man selbst in dem in Eiswasser stehenden Blute nach erfolgter Gerinnung keine Spur von den rothen Körnerkugeln.

---

24) l. c. p. 354.



Der durch die rasche Abkühlung des Blutes aufgehaltene Zerfall der rothen Körnerkugeln tritt bei Weitem rascher ein, wenn man das Blut bei gewöhnlicher Temperatur gerinnen lässt. Die Gerinnung tritt hier schon ein, bevor eine vollständige Senkung der rothen Blutkörperchen erfolgt ist. Vor dem Eintritt der Gerinnung findet man auch hier dieselben rothen Körnerkugeln, im frischen Gerinnsel noch erhaltene Körnerkugeln und zahlreiche, farblose Körnerhaufen, die später gleichfalls ganz schwinden. Im defibrinirten Blute sind in der Regel gar keine, bisweilen nur ganz vereinzelte rothe Körnerkugeln erhalten.

Da noch vor der Gerinnung des Blutes die Zahl jener farblosen Körnerhaufen immer mehr zunahm, während die Menge der rothen Körnerkugeln sich verringerte, so lag die Vermuthung nahe, dass erstere aus dem Zerfall der letzteren hervorgehen. Diesen allmählig eintretenden Zerfall der rothen Körnerkugeln und ihren Uebergang in jene farblosen Körnerhaufen konnte ich denn auch in der That bei längerer Beobachtung eines und desselben Präparates in seinen einzelnen Stadien verfolgen: zunächst schwindet der scharfe Contour der rothen Körnerkugeln; die Peripherie wird durch die an derselben schärfer hervortretenden Körner unregelmässig, gezackt, die runde Form geht verloren und sie nehmen meist eine längliche Gestalt an; die Körner verlieren ihre rothe Farbe, werden allmählig immer blasser und schliesslich zerfällt die Zelle in ein Häufchen dichtaneinanderliegender, farbloser Körner, welche durch eine kaum erkennbare Zwischensubstanz zusammengehalten werden; bei einigen Zellen ist ein Theil der Zellenhülle noch als feine Begrenzungslinie erhalten (Fig. II a und Fig. III, 1—2). Auch die Contouren der Körner werden mit der Zeit immer undeutlicher; sie scheinen inein-



anderzuströmen und sind zuletzt kaum mehr zu erkennen. Der Zerfall tritt bei einigen Körnerkugeln sehr rasch ein, während bei anderen diese Veränderungen viel langsamer ablaufen. An einigen Präparaten sieht man bei der beginnenden Faserstoffausscheidung, scheinbar von den zu farblosen Körnerhaufen zerfallenen rothen Körnerkugeln ausgehend, feine unter verschiedenen Winkeln sich kreuzende Faserstoffzüge verlaufen, welche die Körnerhaufen zuletzt vollständig einschliessen, wobei die Körner allmählig undeutlicher werden und theilweise zu Grunde gehen (Fig. III, 3). Enthält das Plasma-Präparat noch eine grössere Menge von rothen Blutkörperchen, so ballen sich diese bei der Gerinnung zusammen und schliessen dann die zu farblosen Körnerhaufen zerfallenen Körnerkugeln in Form von grösseren und kleineren Plaques ein. Dieses Aussehn behalten die Präparate, nachdem sie eingetrocknet sind, längere Zeit bei. Tritt der Zerfall der einzelnen Körnerkugeln schon bei ein und demselben Präparat verschieden rasch ein, so stellt sich ein noch grösserer Unterschied in Bezug auf die Zeit ihres Unterganges bei verschiedenen Präparaten heraus. Aus meinen Untersuchungen scheint mir hervorzugehen, dass sie sich um so länger unter dem Deckgläschen erhalten, je früher das mikroskopische Präparat nach dem Aderlass angefertigt wird. So konnte ich z. B. beobachten, dass bei einem Plasma-Präparat, welches einige Minuten nach der Entfernung des Blutes aus dem Thierkörper angefertigt wurde, die rothen Körnerkugeln etwa nach einer Stunde erblassten, ihre Contouren unregelmässig wurden und nach 3 Stunden zum grössten Theil, nach 5 Stunden vollständig in farblose Körnerhaufen zerfallen waren. Bei einem zweiten Präparat, das 2 Stunden später demselben Plasma entnommen wurde, waren die rothen Körnerkugeln schon nach



einer Stunde ganz entfärbt und zerfallen, nach 3 Stunden kaum noch einzelne Körnerhaufen zu erkennen; ebenso rasch zerfielen sie in einem 4 Stunden nach dem ersten angefertigten Präparate. Dagegen trat bei einem Präparat, das ich einem andern Blutquantum entnommen, erst nach etwa 6 Stunden die Entfärbung der Körnerkugeln ein, nach 24 Stunden schwanden die scharfen Contouren und erst nach  $2 \times 24$  Stunden zerfielen sie in farblose Körnerhaufen. Möglicherweise liegt der Grund für den verschieden rasch eintretenden Zerfall darin, dass einige Präparate an den Rändern des Deckgläschens rascher eintrocknen, als andere und dadurch gleichsam ein luftdichter Verschluss gebildet wird, der den Zerfall verzögert. Dafür würde auch der Umstand sprechen, dass bei sorgfältigem Verschluss der Präparate durch Verkittung der Deckgläschen der Zerfall der Körnerkugeln tagelang aufgehalten werden kann. Bei diesen Präparaten kann man auch dieselben Veränderungen beobachten, nur was bei jenen oft schon in einigen Stunden eintritt, vollzieht sich bei diesen erst in Tagen: bisweilen schwanden bei den eingeschlossenen rothen Körnerkugeln die scharfen Contouren erst nach  $3 \times 24$  Stunden, wobei die rothe Färbung der Körner immer noch erhalten blieb; nach 4 Tagen begann bei einigen Zellen der Zerfall in noch leicht gefärbte Körnerhaufen und erst nach 5 Tagen war derselbe vollständig erfolgt. Es scheint demnach, dass der Zutritt der Luft, resp. des Sauerstoffes einen sehr wesentlichen Einfluss auf den Zerfall und die Entfärbung der Körnerkugeln ausübt. Ganz in derselben Weise lassen sich die zwischen den Faserstoffzügen eingebetteten, noch unveränderten rothen Körnerkugeln durch luftdichten Verschluss der Präparate tagelang erhalten, bis auch hier schliesslich der Zerfall derselben in farblose Körnerhaufen eintritt, welche zuletzt gleichfalls schwinden.



Vielleicht liegt der Grund für den rascheren oder langsameren Zerfall der rothen Körnerkugeln bei verschiedenen Blutquantitäten in einer ursprünglichen Verschiedenheit der Zellen selbst; möglicherweise gehen sie um so schneller zu Grunde, je jünger die Formen sind. Wäre die letztere Voraussetzung richtig, so müsste nach grösseren Blutverlusten, die eine vermehrte Neubildung der Formbestandtheile des Blutes zur Folge haben, ein schnellerer Zerfall der rothen Körnerkugeln eintreten. Das konnte ich in der That auch beobachten, denn als ich das Blut einem Pferde entnahm, dem in letzter Zeit zu wiederholten Malen grössere Quantitäten Blut entzogen waren, vermochte ich die anfangs in bedeutender Menge vorhandenen rothen Körnerkugeln schon nach 3—4 Stunden im Plasma nicht mehr nachzuweisen, obgleich noch keine Spur von Gerinnung zu bemerken war, während dieselben sich sonst in eiskaltem Plasma 10 Stunden und länger erhielten. Doch die Entscheidung dieser Frage muss noch weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Die farblosen Körnerhaufen, welche nur ein Stadium des Zerfalles der rothen Körnerkugeln repräsentiren, sind bereits mehrfach beobachtet worden. So erwähnt Böttcher<sup>25)</sup>, dass zuerst Beale auf das Vorkommen derselben im Blute hingewiesen hat. Max Schultze<sup>26)</sup>, der dieselben für einen normalen Formbestandtheil des Blutes hält, beschreibt sie als unregelmässig gestaltete Klümpchen farbloser Kügelchen, die zu locker zusammenhängenden, nicht scharf umschriebenen Gruppen vereinigt sind, welche nicht immer regelmässige Kugeln

---

25) l. c. p. 415.

26) M. Schultze. Ein heizbarer Objecttisch etc. Archiv für mikroskop. Anatomie. B. I. p. 36.



darstellen, sondern oft eckig verzogen sind. Diese Gebilde machen ihm den Eindruck von im Zerfall befindlichen Gewebstheilen und er hält es für am wahrscheinlichsten, dass sie aus zerfallenen farblosen Blutkörperchen hervorgegangen sind. Böttcher<sup>27)</sup> hält dieselben für die Reste untergehender rother Blutkörperchen.

In Bezug auf den Zerfall stimmen die Körnerkugeln ganz mit den weissen Blutkörperchen überein; denn auch die letzteren gehen, wie A. Schmidt<sup>28)</sup> gezeigt hat, noch vor der Gerinnung des Blutes zum grössten Theil zu Grunde; während aber ein geringer Theil der farblosen Blutkörperchen dem Zerfall entgeht und noch im defibrinirten Blute sich findet, ist die Zerstörung der rothen Körnerkugeln eine vollständigere, da sie nach vollendeter Gerinnung völlig geschwunden sind. Die weissen Blutkörperchen, aus deren Zerfall die fibrinoplastische Substanz hervorgeht, tragen wesentlich zur Fibrinbildung bei. Berücksichtigt man den allmäligen Zerfall der rothen Körnerkugeln vor der Gerinnung, sowie ihre vollständige Auflösung bei der beginnenden Faserstoffausscheidung, welche, wie bereits erwähnt, scheinbar von ihnen auszugehen scheint, so wird man auch den rothen Körnerkugeln eine gewisse Betheiligung an der Faserstoffbildung nicht absprechen können. Wahrscheinlich bilden ihre Zerfallproducte gleichfalls die fibrinoplastische Substanz; ob diese aber aus der farblosen Grundsubstanz, in welche die Körner eingebettet sind, oder aus den letztern selbst stammt, sind Fragen, die zu entscheiden, ich ausser Stande bin.

---

27) l. c. p. 417.

28) l. c. p. 354.



Das vollkommen analoge Verhalten der farblosen Blutkörperchen und der Körnerkugeln bei der Gerinnung des Blutes sprach schon für eine gewisse Zusammengehörigkeit beider Zellenformen. Einen weiteren Weg, um den genetischen Zusammenhang zwischen den Körnerkugeln und den farblosen Blutkörperchen festzustellen, boten mir die Untersuchungen bei erhöhter Temperatur dar. Sind die rothen Körnerkugeln eine weitere, aber nahe verwandte Entwicklungsstufe der farblosen Blutkörperchen, so ist anzunehmen, dass sie bei Körpertemperatur dieselben Veränderungen zeigen werden, wie sie den farblosen Elementen des Blutes zukommen. Der Erfolg entsprach auch vollkommen dieser Voraussetzung. Ich bediente mich zu diesen Untersuchungen des heizbaren Objectisches von Max Schultze und folgte dabei ganz dem von demselben angegebenen Verfahren<sup>29)</sup>. Die auf diese Weise untersuchten Präparate stellte ich aus ganz frischem Pferdeblutplasma her; sie enthielten neben einzelnen rothen Blutkörperchen und den verschiedenen Formen von farblosen, die rothen Körnerkugeln in beträchtlicher Menge. Sobald bei langsamem Heizen die Temperatur des Bluttröpfens auf dem warmen Objectisch in der feuchten Kammer 36° C. erreicht hat und bis 40° ansteigt, beginnen kriechende Bewegungen und Gestaltveränderungen der rothen Körnerkugeln, welche im Wesentlichen denen gleichen, die Max Schultze<sup>30)</sup> bei den grobgranulirten farblosen Blutkörperchen des Menschen beobachtet hat. Die rothen Körnerkugeln senden zunächst einen oder mehrere, wie tastend sich vorschiebende Fortsätze aus, die sie wieder einziehen, oder der vorgeschobene Theil breitet sich allmählig aus, verdickt sich und es rückt die ganze

---

29) l. c. p. 2 u. f.



übrige Masse der Zelle nach. Bei längerer Beobachtung sieht man die rothen Körnerkugeln, ähnlich den grobgranulirten farblosen Zellen, zwischen den rothen und kleinern farblosen Blutkörperchen umherkriechen, wobei sie während des Kriechens hierhin und dorthin Fortsätze vorschieben, die sich oft zu längeren Fäden ausziehen. Während der Veränderung in ihrer Gestalt lässt sich zugleich eine innere Bewegung der Körner deutlich verfolgen: bald erkennt man eine langsame, gleichmässig fließende Bewegung derselben, bald ein plötzliches Nachströmen bei schnell vorgetriebenen breiten Fortsätzen. Oft sieht man einzelne Körner sich scheinbar von der Zelle ganz abtrennen, oder, nachdem die Zelle erst einen Fortsatz ausgeschickt hat, diesen sich scheinbar ganz abschnüren; darauf fließen die Körner jedoch wieder zurück und vereinigen sich wieder mit der ursprünglichen Zelle.

Die Ortsbewegung und Formveränderung der rothen Körnerkugeln konnte ich bei 36—40° C. bei ein und demselben Präparat über 3 Stunden verfolgen; je länger aber die Temperaturerhöhung dauerte, um so träger wurden die Bewegungen der Zellen. Darauf vergrösserten sie sich allmähig, breiteten sich mehr flächenförmig aus und verblieben dann unverändert in dieser Form, nachdem der grösste Theil derselben noch vorher in farblose Körnerhaufen zerfallen war. Bei einigen derselben konnte man noch die feine Begrenzungslinie des stark ausgedehnten farblosen Zellenleibes erkennen, welcher die entfärbten Körner einschloss.

Während nun die kriechende Bewegung der rothen Körnerkugeln noch bis 45° C. eine ziemlich lebhafte ist, nimmt sie bei weiterer Steigerung der Temperatur allmähig ab, um dann, wie bei den farblosen Blutkörperchen, zwischen 46 und 50° C. ganz aufzuhören, — es tritt Wärmestarre ein.



Veränderungen der Körnerkugeln auf Zusatz von Reagentien:

a. Kohlensäure. Um die Einwirkung der  $\text{CO}_2$  auf die rothen Körnerkugeln zu prüfen, wurde das Aderlassblut direct in eiskaltem  $\text{CO}_2$ haltigem Wasser in 10facher Verdünnung aufgefangen und in Eiswasser gestellt. In 10—12 Stunden hatten sich die Körperchen vollständig gesenkt; entfernt man nun die hämoglobinhaltige Flüssigkeit von den Körperchen und untersucht die letztern mikroskopisch, so findet man zwischen den Stromata der entfärbten rothen Blutkörperchen, den fast unveränderten farblosen Zellen und kleinen, farblosen Körnern, noch in beträchtlicher Menge Zellen, welche einen homogenen oder fein granulirten, farblosen Zellenleib besitzen, der von einem zarten Contour begrenzt ist; diese Zellen enthalten einen central oder auch peripher gelegenen glatten und runden Kern, welcher entweder schwach gelblich oder intensiv gelb gefärbt ist; nur in seltenen Fällen ist derselbe ganz farblos (Fig. IV. 4.). Viele dieser Zellen haben zwei, ja einige sogar drei gelbgefärbte, glatte Kerne, deren Grösse etwa der der rothen Blutkörperchen entspricht. Erneuert man täglich das  $\text{CO}_2$ haltige Wasser, so behalten jene Zellen tagelang das beschriebene Aussehn bei und selbst die anfangs noch farblosen Kerne nehmen mit der Zeit eine gelbliche Färbung an. Lässt man auf diese Zellen 0,1%ige Essigsäure einwirken, so treten die glatten, runden Kerne noch deutlicher hervor und zeigen erst eine intensivere Gelbfärbung, dann tritt allmählig ein Erblassen derselben ein. Stärkere Essigsäure bewirkt eine Verkleinerung des Kernes mit noch schneller eintretender Entfärbung desselben. Verdünnte Natronlauge macht die Kerne erst quellen, entfärbt sie und löst zuletzt die ganze Zelle auf.

Dasselbe Bild erhält man, wenn man, anstatt das Blut direct in  $\text{CO}_2$ haltigem Wasser aufzufangen, die rothen Blut-



körperchen sich in dem von einer Kältemischung umgebenen Gefäss erst senken lässt, darauf das Plasma abhebt und dieses 10fach mit  $\text{CO}_2$ haltigem Wasser verdünnt. Auch hier sind jene farblosen Zellen mit dem gelbgefärbten Kern in grosser Anzahl vertreten.

Da bei der Behandlung des Blutes mit  $\text{CO}_2$  die ursprünglichen rothen Körnerkugeln vollständig verschwunden waren und jene kernhaltigen Zellen in bedeutender Menge auftraten, so lag es nahe, die letzteren mit den rothen Körnerkugeln in Zusammenhang zu bringen. Um die Identität dieser Zellformen nachzuweisen, wurde das Blut in verschiedenen Verdünnungsgraden aufgefangen in der Voraussetzung, dass sich dabei die einzelnen Stadien der Veränderung der rothen Körnerkugeln verfolgen lassen würden. Das Aderlassblut wurde 1, 3, 5, 7, 9 und 12fach mit  $\text{CO}_2$ haltigem Wasser verdünnt und in Eiswasser gestellt. Nach etwa 12 Stunden war das mit dem gleichen Volumen Wasser verdünnte Blut fast vollständig, das 3fach verdünnte theilweise geronnen, während in den andern Präparaten die Körperchen sich zu Boden gesenkt hatten. Bei der mikroskopischen Untersuchung fanden sich in den beiden ersten Präparaten nur wenig ganz unveränderte Körnerkugeln zwischen den Faserstoffzügen eingeschlossen; meist waren dieselben schon entfärbt und theilweise in farblose Körnerhaufen zerfallen. In dem 5 und 7fach verdünnten Blute waren die rothen Körnerkugeln auch fast ganz entfärbt und die Körner in denselben grösstentheils geschwunden; in diesen wurde ein zum Theil noch von den erhaltenen rothen Körnern verdeckter, runder, farbloser Kern sichtbar (Fig. IV, 2 u. 3). Bei der 9 und 12fachen Verdünnung waren in einigen Körnerkugeln noch einzelne farblose Körner erhalten, die gleichfalls zum Theil einen farblosen Kern verdeckten, bei den



meisten entsprach jedoch das Bild ganz dem bei der 10fachen Verdünnung des Blutes beschriebenen: die rothen Körner waren ganz geschwunden und innerhalb des leicht granulirten farblosen Zellenleibes lag ein glatter, runder, entweder ganz farbloser, oder schwach, oder deutlich gelb gefärbter Kern (Fig. IV. 4). Wenn man täglich das  $\text{CO}_2$ haltige Wasser erneuert, so erhalten sich auch hier die in der oben erwähnten Weise veränderten rothen Körnerkugeln tagelang, nur werden allmählig auch bei der 5 und 7fachen Verdünnung des Blutes die Kerne deutlicher sichtbar.

b. Essigsäure. Ganz in derselben Weise, wie bei der Behandlung des Blutes mit  $\text{CO}_2$ , kann man das allmähliche Sichtbarwerden des Kernes in den rothen Körnerkugeln verfolgen, wenn man das Pferdeblut in schwach mit Essigsäure angesäuertem Eiswasser (1 Tropfen 25%iger Essigsäure auf 100 Ccm. Aq. destill.) in denselben Verdünnungsgraden aufhängt. Auch hier war nach 12 Stunden das mit gleichem Volumen Wasser verdünnte Blut fast ganz geronnen, die rothen Körnerkugeln theils zerfallen, theils noch unverändert erhalten. Bei dem 3—9fach verdünnten waren die rothen Körnerkugeln weniger deutlich gefärbt und bei einigen derselben wurde schon der farblose Kern zwischen den ihn noch zum Theil bedeckenden Körnern sichtbar. Bei dem 12fach verdünnten Präparat enthielten die rothen Körnerkugeln, deren Körner völlig geschwunden waren, 1—2 runde, anfangs farblose Kerne. Nach einiger Zeit nahmen auch bei diesen Präparaten die Kerne eine gelbliche Färbung an. Es scheint demnach, dass die Kerne bei längerem Stehen die Fähigkeit erhalten, den Farbstoff aufzunehmen. Ganz dieselben Veränderungen zeigen die rothen Körnerkugeln, wenn man frisches Plasma, nachdem die rothen Blutkörperchen sich in dem in



Eiswasser stehenden Blut gesenkt haben, abhebt und dieses 1, 3, 5, 7, 9 und 12fach mit durch Essigsäure angesäuertem Wasser verdünnt. Bei diesen Präparaten trat die Entfärbung der rothen Körnerkugeln schneller ein, als bei den ersteren. In dem 12fach verdünnten Blute konnte ich nach etwa 24 Stunden ausser den entfärbten, mit einem schwach gelblich gefärbten Kern versehenen Körnerkugeln, zahlreiche freie Kerne beobachten, welche ihren farblosen Zellenleib verlassen hatten und diesem noch theilweise anhafteten; bei andern war der Kern gerade im Durchtreten begriffen (Fig. IV, 5).

c. Wasser. Während, wie wir später sehen werden, destillirtes Wasser von gewöhnlicher Zimmertemperatur einen zerstörenden Einfluss auf die rothen Körnerkugeln ausübt, erhalten sich diese im Wasser von 0° tagelang. Wird das Blut 10fach verdünnt direct in Eiswasser aufgefangen und das Gefäss mit einer Kältemischung umgeben, so tritt keine Gerinnung des Blutes ein und die Körperchen senken sich gewöhnlich innerhalb 24 Stunden zu Boden. Giesst man nun die hämoglobinhaltige Flüssigkeit ab und untersucht die Körperchen, so findet man einen Theil der rothen Körnerkugeln fast unverändert, während bei einem andern die rothen Körner an Zahl abgenommen haben und ein farbloser, runder Kern sichtbar wird; eine vollständige Entfärbung ist nur bei einigen Körnerkugeln eingetreten. Nach 2 mal 24 Stunden tritt der Kern schon deutlicher zu Tage und erscheint in einigen Zellen ebenso intensiv roth gefärbt, wie die noch in spärlicher Menge erhaltenen rothen Körner. Die hämoglobinhaltige Flüssigkeit wurde täglich von den Körperchen, nachdem diese sich zu Boden gesenkt, abgehoben und durch neues Eiswasser ersetzt, bis schliesslich sämtlicher Farbstoff aus den Körperchen extrahirt war und diese ganz farblos erschienen. Die



rothen Körnerkugeln geben ihren Farbstoff an die umgebende Flüssigkeit bedeutend langsamer ab, als die rothen Blutkörperchen; selbst nach Auflösung der rothen Körner, ist die ganze Zelle anfangs noch leicht gelb gefärbt; nachdem schliesslich auch der Zellenleib ganz farblos geworden ist, behält der gelb-gefärbte Kern immer noch seine Färbung bei. Sind die rothen Körner in den Körnerkugeln geschwunden und ist der leicht gefärbte Kern in ihnen sichtbar geworden, so behalten sie bei Behandlung mit Eiswasser 8—14 Tage dieses Aussehen unverändert bei.

d. Schwefelsaure Magnesia. Ich will noch kurz auf die schwefelsaure Magnesia hinweisen, nicht etwa deshalb, weil durch diese besonders auffallende Veränderungen der rothen Körnerkugeln hervorgerufen werden, sondern weil sie im Gegentheil ein Mittel bietet, um den Zerfall der rothen Körnerkugeln aufzuhalten. Fängt man das Blut in 25 %iger schwefelsaurer Magnesialösung auf und zwar in dem Verhältniss von einem Theil der letzteren zu 4 Theilen Blut, so kann man dadurch den Eintritt der Gerinnung tagelang verzögern. Nachdem die rothen Blutkörperchen sich allmählig gesenkt haben, werden die anfangs sehr spärlichen farblosen Körnerhaufen im Plasma auch hier mit der Zeit zahlreicher. Während nun ein Theil der rothen Körnerkugeln sich gar nicht verändert, verkleinern sich andere erst ein wenig und verlieren dann ihr grob-granulirtes Aussehn, wobei ihre Färbung weniger intensiv wird. Bei längerer Beobachtung eines Präparates kann man auch hier die allmählig eintretende Entfärbung und den Zerfall der rothen Körnerkugeln verfolgen; die farblosen Körner befinden sich bei einigen Zellen innerhalb des Zellenleibes, dessen zarte Begrenzungslinie noch zu erkennen ist, bei anderen sind dieselben zum Theil oder ganz ausgetreten und liegen nun neben dem



homogenen, farblosen Zellenleibe. — Wenn die rothen Körnerkugeln sich auch tagelang in dem mit schwefelsaurer Magnesia versetzten Blute erhalten, so tritt doch endlich der Zerfall derselben zu farblosen Körnerhaufen bis zu ihrem vollständigen Verschwinden ein.

Mikro-chemische Reactionen:

1. Wasser. Setzt man einen Tropfen destillirten Wassers von gewöhnlicher Zimmertemperatur zu einem frischen Plasmapräparat und beobachtet nun die Einwirkung desselben auf die rothen Körnerkugeln, so sieht man zunächst, wie diese sich etwas vergrössern und die rothen Körner in denselben deutlicher hervortreten, wobei die letzteren weniger dicht aneinandergelagert erscheinen; oft gruppiren sich die Körner auch anders: bisweilen ordnen sie sich an der Peripherie an, während die Mitte der Zelle homogen und farblos erscheint oder sie treten von der einen oder andern Stelle der Peripherie mehr zurück und es wird an dieser Partie eine begrenzte, homogene farblose Zone sichtbar. — Darauf tritt die Auflösung der rothen Körnerkugeln ein, wobei die verschiedenartigsten Bilder zur Beobachtung kommen; entweder lösen sie sich plötzlich auf, wobei eine farblose leicht granulirte Masse aus der Zelle herausströmt und dieselbe ringsum umgiebt; mit dem Moment des Zerfliessens schwinden auch die rothen Körner in der Zelle. Innerhalb der aus der Zelle ausgetretenen farblosen Masse erkennt man noch den Zellenleib, der aber seine runde Begrenzung eingebüsst hat und jetzt theilweise geschrumpft, verbogen erscheint. Der Zellenleib ist anfangs noch schwach gelb gefärbt; in demselben liegt der noch erhaltene, von dem granulirten Zelleninhalt zum Theil verdeckte, farblose Kern. — Oder es dringt die farblose Masse in Form eines langgestreckten Fortsatzes an einer Stelle der



rothen Körnerkugel heraus, breitet sich darauf mehr flächenförmig aus und lagert sich nur an einer Seite des Zellenleibes (Fig. VI.). In andern Fällen tritt an eine Stelle der Peripherie eine kugelförmige Hervorragung auf, welche sich allmählig vergrössert und fast die Grösse der rothen Körnerkugel erreicht; auch hier schwinden die rothen Körner vollständig und es hinterbleibt der granulirte Zellenleib mit dem farblosen Kerne. In noch anderen Fällen löst sich die ganze rothe Körnerkugel plötzlich in eine diffuse, farblose Masse auf, ohne eine Spur des Zellenleibes oder des Kernes zu hinterlassen.

2. Essigsäure. Bei Einwirkung 1 %iger Essigsäure ballen sich die rothen Körner in den Körnerkugeln zunächst um den Kern, den sie jedoch vollständig verdecken, zusammen, während eine homogene, farblose Randzone, die von einem scharfen Contour begrenzt ist, sich von den Körnern abhebt (Fig. V, 1); diese Randzone vergrössert sich allmählig durch Aufquellen der ganzen Zelle. Die in einen Haufen zusammengeballten rothen Körner, welche anfangs central liegen, nähern sich jetzt der Peripherie der Zelle; darauf erfolgt die plötzliche Auflösung der rothen Körner: es schwindet in sehr kurzer Zeit eines nach dem andern und zugleich werden 1—2 gelbgefärbte Kerne sichtbar, die in einer leicht granulirten, farblosen Grundsubstanz eingebettet sind, welche sich scharf durch einen deutlichen Contour von der homogenen, farblosen Randzone abgrenzt (Fig. V, 2). Der Kern ist entweder rund oder länglich und leicht geschrumpft; bei längerer Einwirkung von Essigsäure verliert sich allmählig seine gelbe Färbung.

0,12 und 0,06 %ige Essigsäure verändern die rothen Körnerkugeln ganz in derselben Weise, wie die 1 %ige; auch hier hebt sich erst eine farblose, homogene Randzone von den sich zusammenballenden rothen Körnern ab; darauf lösen sich die



letzteren auf und es wird gleichfalls ein gefärbter Kern sichtbar; jedoch erscheint hier die farblose Grundsubstanz, in welcher der Kern liegt, weniger scharf gegen die homogene Randzone abgegrenzt, wie bei Einwirkung der 1%igen Essigsäure. Das letztere Bild erinnert namentlich an dasjenige, welches durch 0,06%ige Essigsäure beim Frosch- und Hühnerblut hervorgerufen wird.

3. Natron. Bei Einwirkung 1%iger Natronlauge vergrößern sich die rothen Körnerkugeln erst ein wenig und lassen die rothen Körner schärfer hervortreten; darauf zerfallen die Zellen plötzlich — wie mit einem Ruck — zu einem Häufchen meist unregelmässig aneinanderliegender, anfangs noch gelb gefärbter Körner, die durch eine kaum sichtbare Zwischensubstanz zusammengehalten werden; bisweilen erkennt man an den zerfallenen Zellen noch an einer Stelle den schwachen Contour des farblosen Zellenleibes. Einzelne Körner schwinden sehr bald vollständig, während andere nur etwas schrumpfen, sich entfärben und dann noch längere Zeit erhalten.

Viel zerstörender wirkt 0,12%ige Natronlösung auf die rothen Körnerkugeln ein: nachdem diese auch hier sich erst etwas vergrößert haben, platzen sie plötzlich, wobei einzelne Körner ganz von den farblosen Körnerhaufen, welche meist eine langgestreckte Form annehmen, abgetrennt werden. Von dem Zellenleibe und dem Kerne ist keine Spur mehr nachzuweisen.

Sehr ähnlich, nur noch intensiver, als die Wirkung der 0,12%igen Natronlösung ist die einer 0,06%igen: auch hier tritt eine plötzliche Auflösung der rothen Körnerkugeln ein; die Körner werden mit grosser Gewalt nach verschiedenen Richtungen auseinandergeschleudert und meist vollständig von einander getrennt. Die letzten Reste der zerfallenen Körnerkugeln stellen dann entweder ganz vereinzelte oder noch rei-



henweise zusammenhängende Körner dar, von denen sich einige sehr lange unverändert erhalten. Mit der Auflösung der Zelle ist hier gleichfalls der Kern und die Zellenhülle zu Grunde gegangen.

### B. Katzenblut.

Viel grössere Schwierigkeiten, als die Untersuchung des Pferdeblutes, bietet die des Blutes der andern Säugethiere, da die in kurzer Zeit erfolgende Gerinnung eine längere Beobachtung des ungeronnenen Blutes unmöglich macht und mit dem Eintritt der Gerinnung die rothen Körnerkugeln, auf die es mir speciell ankam, auch hier dem Zerfall unterliegen. Nichtsdestoweniger gelang es mir doch in allen von mir untersuchten Blutarten die rothen Körnerkugeln nachzuweisen, wenn auch weniger zahlreich, wie beim Pferdeblute.

Nächst dem Pferdeblute konnte ich die rothen Körnerkugeln noch am Besten im Katzenblute beobachten. Wird das aus der Carottis entleerte Katzenblut in einem von einer Kältemischung umgebenen Gefäss aufgefangen und vor dem Eintritt der Gerinnung untersucht, so findet man neben zahlreichen grösseren und kleineren farblosen Körnerhaufen die rothen Körnerkugeln, welche ein, den beim Pferdeblut beschriebenen, ganz ähnliches Aussehen haben, nur sind die rothen Körner in denselben hier etwas kleiner; im Vergleich zum Pferdeblut sind sie jedoch in verhältnissmässig geringer Anzahl vorhanden. Auch hier zerfallen die rothen Körnerkugeln allmählig zu farblosen Körnerhaufen. Da die letzteren schon in ganz frischen Präparaten sich in beträchtlicher Menge finden, so scheint das dafür zu sprechen, dass die rothen Körnerkugeln im circulirenden Blute vielleicht ebenso zahlreich vertreten sind, wie im Pferdeblute, nach der Entfernung des Blutes aus dem Thierkörper jedoch



hier einem rascheren Zerfall anheimfallen. Mit dem Eintritt der Gerinnung, die, noch bevor die rothen Blutkörperchen sich gesenkt haben, erfolgt, schwinden die rothen Körnerkugeln vollständig.

Wird das Katzenblut mit schwefelsaurer Magnesia (4 Th. Blut : 1 Th. 25%iger schwefel. Magnesia) versetzt und in Eiswasser gestellt, so wird die Gerinnung aufgehalten und die rothen Blutkörperchen senken sich nach einiger Zeit zu Boden. Neben zahlreichen farblosen Körnerhaufen und kleinern und grössern farblosen Blutkörperchen kommen hier zahlreiche, grobgranulirte Zellen zur Beobachtung, die eine schwach gelbliche oder deutlich gelbe Färbung besitzen und nur durch ihre etwas geringere Grösse und feineren Körnchen sich von den ausgebildeten Körnerkugeln unterscheiden; diese vermitteln vielleicht den Uebergang zu den rothen Körnerkugeln. — Die anfangs unveränderten Körnerkugeln lösen sich auch in diesen Präparaten in sehr kurzer Zeit ganz auf.

Wird das Katzenblut 10fach verdünnt in Eiswasser aufgefangen, so sind auch hier die rothen Körnerkugeln erst gut erhalten; bald jedoch verlieren die Körner ihre rothe Färbung und schwinden allmählig, wobei ein farbloser Kern deutlich hervortritt. Nach der hier trotz der Verdünnung mit Wasser gleichfalls rasch eintretenden Gerinnung ist von den rothen Körnerkugeln keine Spur mehr wahrzunehmen.

Wenn man Katzenblut in  $\text{CO}_2$  haltigem oder mit Essigsäure angesäuertem Eiswasser (2 Tropfen 25%iger Essigsäure auf 100 Ccm. Aq. destill.) auffängt und darauf in Eis stellt, so senken sich die Blutkörperchen allmählig. Untersucht man das Blut, bevor die Senkung derselben vollständig erfolgt ist, so findet man neben unveränderten rothen Körnerkugeln, andere, die ihre Körner zum Theil verloren haben und einen



farblosen Kern sichtbar werden lassen. Allmählig nehmen sie dann ganz das Aussehen der mit  $\text{CO}_2$  und verdünnter Essigsäure behandelten rothen Körnerkugeln des Pferdeblutes an und erscheinen als Zellen mit einem farblosen, theils homogenen, theils feinkörnigen Zellenleibe, der einen farblosen oder gelbgefärbten runden Kern trägt. Diese letzteren Gebilde erhalten sich tagelang unverändert.

### C. Hunde- und Hasenblut.

Beim Hunde- und Hasenblut, das aus der Carottis entleert, unverdünnt in einem von einer Kältemischung umgebenen Gefäss aufgefangen wurde, trat die Gerinnung, bevor die rothen Blutkörperchen sich gesenkt hatten, ein. Die rothen Körnerkugeln waren in diesen Präparaten gar nicht nachzuweisen.

Wurde das Hunde- und Hasenblut 10fach mit Eiswasser verdünnt und in Eis gestellt, so fanden sich auch hier die rothen Körnerkugeln, die jedoch ebenso vergänglich waren, wie beim Katzenblut und gleichfalls bei der noch vor der Senkung der Blutkörperchen eintretenden Gerinnung zu Grunde gingen.

Bei 10facher Verdünnung mit durch Essigsäure angesäuertem Eiswasser erhalten sich die rothen Körnerkugeln anfangs unverändert, dann schwinden die Körner, während der Kern immer deutlicher zu Tage tritt und schliesslich haben wir hier ganz dasselbe Bild, wie bei gleicher Behandlung beim Pferde- und Katzenblut.

Bei der 10fachen Verdünnung mit  $\text{CO}_2$  haltigem Wasser zeigen die rothen Körnerkugeln gleichfalls dieselben Veränderungen, wie beim Pferdeblut: auch hier enthält der farblose Zellenleib einen oder mehrere farblose oder gelbgefärbte



Kerne. Diese Zellen erhalten sich tagelang, wenn man täglich das CO<sub>2</sub>haltige Wasser erneuert.

Da die rothen Körnerkugeln bei den rasch gerinnenden Blutarten sehr schnell zu Grunde gehen, so ist für die Erhaltung derselben gerade bei diesen Blutarten eine schnelle Abkühlung des Blutes auf 0° sehr wesentlich. Ich war leider genöthigt, meine Untersuchungen an den beiden zuletzt erwähnten Blutarten zu einer Zeit anzustellen, wo wegen der warmen Witterung die Abkühlung des Blutes auf 0° nicht schnell genug durchgeführt werden konnte. Diesem Umstande glaube ich es auch zuschreiben zu müssen, dass ich die rothen Körnerkugeln bei jenen Blutarten im unverdünnten Blute gar nicht, und in den andern Präparaten weniger zahlreich, als beim Pferdeblut beobachten konnte.

#### D. Menschenblut.

Zu meinen Untersuchungen standen mir leider keine grösseren Quantitäten Menschenblut zu Gebote, so dass die bei den andern Blutarten erwähnte Behandlungsweise des Blutes hier nicht in Anwendung kommen konnte. Meine Beobachtungen beschränkten sich nur auf kleine Blutproben, die ich durch einen Nadelstich aus meinem Finger entleerte. Obwohl ich mich einer möglichst schnellen Anfertigung der Präparate befleissigte, so gelang es mir doch nicht, hier die erhaltenen rothen Körnerkugeln zu beobachten. Dagegen sah ich zwischen den geldrollenförmig aneinandergereihten rothen Blutkörperchen neben den verschiedenen Formen von farblosen Blutkörperchen hie und da verstreut constant die auch von Max Schultze <sup>30)</sup> beschriebenen, grössern und kleinern farb-

---

30) l. c. p. 16.



losen Körnerhaufen, die theils kreisförmig, theils unregelmässig in die Länge gezogen erschienen. Die einzelnen Körner wurden bald undeutlicher, verloren ihre scharfen Contouren und darauf sah man scheinbar von ihnen ausgehend und sie zuletzt ganz einschliessend, in verschiedenen Richtungen sich kreuzende, zarte Faserstoffzüge verlaufen. Da diese farblosen Körnerhaufen ganz mit denen übereinstimmen, die ich beim Pferdeblut beobachtete, so scheint es unzweifelhaft, dass sie auch hier zerfallene rothe Körnerkugeln repräsentiren. Möglicherweise tritt der Zerfall der rothen Körnerkugeln im Menschenblut noch rascher ein, als bei den andern Blutarten, wesshalb ich dieselben unverändert auch nicht mehr zu Gesicht bekommen konnte.

---

Die im circulirenden Blute der Säugethiere zahlreich vertretenen rothen Körnerkugeln stellen eine Form von Zellen dar, welche in der Mitte zwischen den farblosen und rothen Blutkörperchen stehen und somit als Uebergangsform zu den letzteren betrachtet werden müssen. Ihre Entwicklung aus den weissen Blutkörperchen geht aus der vielfachen Uebereinstimmung dieser Formen mit den farblosen Elementen des Blutes hervor: das specifische Gewicht beider Formen ist ein gleiches, beide senken sich gleich langsam und sind nach der Senkung der rothen Blutkörperchen in grosser Menge im Plasma enthalten; die Form und das Aussehen der rothen Körnerkugeln erinnert ganz an die farblosen Blutkörperchen. Ein wichtigeres Merkmal ist jedoch das vollkommen analoge Verhalten beider Formen bei der Gerinnung: beide gehen bei der Gerinnung zu Grunde und betheiligen sich in ganz gleicher Weise an der Faserstoffbildung; endlich besitzen die rothen Körnerkugeln noch eine der charakteristischsten Eigen-



schaften der farblosen Blutkörperchen: die Ortsbewegung und Contracilität. Der allmälige Uebergang der farblosen Blutkörperchen in Körnerkugeln lässt sich auch bei Berücksichtigung der verschiedenen farblosen Elemente des Blutes leicht erklären; denn neben den grössern fein- und grobgranulirten, vollkommen farblosen Zellen finden sich im Blute noch grobgranulirte Zellen, die eine deutliche Gelbfärbung der Körnchen zeigen; aus diesen Formen würden dann durch allmälige Vergrösserung der ganzen Zelle und der einzelnen Körnchen unter fortschreitender Rothfärbung derselben die rothen Körnerkugeln hervorgehen.

Während die Beziehungen der rothen Körnerkugeln zu den farblosen Blutkörperchen sich leicht feststellen lassen, stellen sich bei der Frage, wie erstere zu den rothen Blutkörperchen umgebildet werden, grössere Schwierigkeiten in den Weg. Es ist mir nicht gelungen, noch weitere Entwicklungsstadien der rothen Körnerkugeln im Blute nachzuweisen, weil dieselben möglicherweise noch schneller dem Zerfall unterliegen, als die rothen Körnerkugeln. Das einzige, aber sehr wesentliche Merkmal, welches diese Formen den rothen Blutkörperchen nähert, ist ihre rothe Färbung, ihr Hämoglobingehalt. Aus einer Uebergangsform allein lässt sich jedoch nicht die Entwicklung der rothen Blutkörperchen erschliessen, da erst eine zusammenhängende Reihe von Zwischenformen diesen Uebergang festzustellen vermag. Wie sich daher aus den rothen Körnerkugeln die rothen Blutkörperchen bilden, ob die rothen Körner sich um den Kern zusammenballen und mit diesem verschmelzen, etwa in der Art, wie es bei der Einwirkung von  $\text{CO}_2$  oder verdünnter Essigsäure geschieht, während die Zellenhülle sich gleichfalls zusammenzieht oder ganz auflöst und wie weit, oder ob der Kern überhaupt bei der Bil-



dung der rothen Blutkörperchen betheiligt ist, das sind Fragen, deren Lösung noch weitem Untersuchungen vorbehalten bleiben muss. Das hohe specifische Gewicht der rothen Blutkörperchen würde allerdings dafür sprechen, dass erst eine Contraction der die rothen Körner enthaltenden Masse eintritt und diese mit der Zeit homogen wird; in diesem Falle würde dann der Kern und das um denselben zusammengeballte Zooid das ausgebildete rothe Blutkörperchen darstellen.

Wenn ich auch die rothen Körnerkugeln mit keiner von jenen Uebergangsformen, die bisher von andern Forschern beobachtet worden sind, in Zusammenhang bringen kann, so deutet doch das constante Vorkommen derselben in allen von mir untersuchten Blutarten der Säugethiere darauf hin, dass diese Zellenform im engsten Zusammenhange mit der Blutbildung stehen muss und dass sie der Ausdruck irgend einer Entwicklungsstufe der rothen Blutkörperchen ist. Ihr irgend eine andere Bedeutung beizulegen, sie etwa für ein Product der regressiven Metamorphose anzusehen, dafür scheint mir nicht der geringste Grund vorzuliegen.

Schliesslich will ich noch eine interessante Thatsache, die sich aus meinen Untersuchungen ergibt, hervorheben, nämlich die auffallende Uebereinstimmung der rothen Körnerkugeln mit den rothen Blutkörperchen der Amphibien und Vögel: beide Formen besitzen einen farblosen Kern und einen Hämoglobin enthaltenden Zellenleib, nur ist in den rothen Blutkörperchen der Amphibien und Vögel das Hämoglobin mehr gleichmässig vertheilt, während dasselbe in den Körnerkugeln an die rothen Körner gebunden ist; beide Formen übertreffen die farblosen Blutkörperchen an Grösse; in gleicher Weise betheiligen sich beide an der Faserstoffbildung, nur dass im Amphibien- und Vogelblut ein Theil der rothen Blut-



körperchen bei der Gerinnung zu Grunde geht, während die rothen Körnerkugeln als vergänglichere Gebilde sämmtlich aufgelöst werden. Vollkommen entsprechend sind weiter die durch Reagentien hervorgerufenen Veränderungen der rothen Blutkörperchen der Amphibien und Vögel und der rothen Körnerkugeln: Wasser löst die Körnerkugeln in gleicher Weise auf, wie die rothen Blutkörperchen der Amphibien und Vögel; verdünnte Essigsäure erzeugt in den letzteren eine Ausscheidung von rothen Körnchen, die sich an den Kern lagern und diesen vollständig verdecken, während die periphere Zone der Blutkörperchen vollkommen homogen und farblos erscheint; bei den Körnerkugeln sind die rothen Körner schon von vorn herein in der Zelle enthalten und ballen sich gleichfalls auf Zusatz von Essigsäure zusammen, worauf eine homogene, farblose Randzone sichtbar wird (Fig. V. 1 und Fig. VII. 1); hier wie dort hinterbleibt nach dem Verschwinden der rothen Körner ein farbloser Zellenleib mit einem gelbgefärbten, runden oder etwas länglichen Kern. Verdünnte Natronlösung löst die rothen Blutkörperchen der Amphibien und Vögel plötzlich auf, ganz wie die rothen Körnerkugeln, nur zeigen sich die rothen Körner der letzteren etwas resistenter gegen Natron. Nur in einer Beziehung differiren die beiden Formen: die vitalen Eigenschaften der rothen Körnerkugeln gehen den rothen Blutkörperchen der Amphibien und Vögel vollständig ab; die ersteren sind aber auch nur leicht vergängliche Zwischenformen, während die letzteren das Endglied einer Entwicklungsreihe von Zellenformen darstellen, welches sich nicht weiter verändert, sondern diese Form bis zu seinem Untergange beibehält.

Da die rothen Blutkörperchen der Amphibien und Vögel eine so mannigfache Uebereinstimmung mit den rothen



Körnerkugeln, welche wir als eine Vorstufe der rothen Blutkörperchen der Säugethiere betrachten müssen, darbieten, so können wir daraus den Schluss ziehen, dass die rothen Blutkörperchen der niederen Wirbelthiere eine Zellenform repräsentiren, die auf einer niederen Entwicklungsstufe stehen geblieben ist und deren weitere Entwicklung erst die rothen Blutkörperchen der Säugethiere darstellen würde. Was in dem Säugethierblut nur eine flüchtige, ausserhalb des Körpers rasch zu Grunde gehende Zwischenform ist, das scheint bei den niederen Wirbelthieren zu einem dauernden Bestande fixirt zu sein.

Zum Schlusse will ich noch die wesentlichsten übereinstimmenden Merkmale der rothen Körnerkugeln mit den farblosen und rothen Blutkörperchen der Säugethiere einerseits und den rothen Blutkörperchen der Amphibien und Vögel andererseits kurz zusammenfassen:

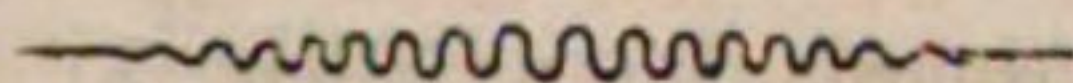
1) Die rothen Körnerkugeln stellen eine weitere Entwicklungsstufe der farblosen Blutkörperchen der Säugethiere zu den rothen dar:

- a. Die rothen Körnerkugeln haben denselben Zellenbau wie die farblosen Blutkörperchen;
- b. sie haben das gleiche specifische Gewicht;
- c. sie besitzen die vitalen Eigenschaften der farblosen Zellen und
- d. betheiligen sich in ganz gleicher Weise an der Faserstoffbildung;
- e. die rothen Körnerkugeln haben die für die rothen Blutkörperchen specifische Färbung.

2) Die rothen Körnerkugeln der Säugethiere und die rothen Blutkörperchen der Amphibien und Vögel sind homologe Zellenformen:



- a. Beide Formen übertreffen die farblosen Zellen an Grösse;
- b. beide sind hämoglobinhaltig;
- c. beide tragen in ähnlicher Weise zur Faserstoffbildung bei;
- d. die bei der mikro-chemischen Reaction durch Wasser, Essigsäure und Natron hervorgerufenen Veränderungen der rothen Körnerkugeln stimmen mit denen der rothen Blutkörperchen der Amphibien und Vögel überein.





## Erklärung der Abbildungen.

---

- Fig. I.** Präparat aus frischem Pferdeblutplasma: *a.* rothe Körnerkugeln; *b.* rothe Blutkörperchen; *c.* farblose Blutkörperchen.
- Fig. II.** Dasselbe Präparat einige Stunden später gezeichnet: *a.* zerfallene rothe Körnerkugeln; *b.* rothe und *c.* farblose Blutkörperchen.
- Fig. III.** 1. Unveränderte und zum Theil entfärbte rothe Körnerkugeln; 2. in farblose Körnerhaufen zerfallene Körnerkugeln; 3. von Faserstoffzügen eingeschlossene farblose Körnerhaufen.
- Fig. IV.** 1. Unveränderte rothe Körnerkugeln; 2.—3. mit  $\text{CO}_2$  behandelte Körnerkugeln, in denen die rothen Körner theilweise geschwunden sind und ein farbloser Kern sichtbar geworden ist; 4. die rothen Körner sind völlig geschwunden und ein farbloser oder gelbgefärbter Kern sichtbar; 5. Körnerkugeln, in welchen in Folge der Behandlung mit durch Essigsäure angesäuertem Wasser der Kern zum Theil oder ganz ausgetreten ist.
- Fig. V.** Durch verdünnte Essigsäure veränderte rothe Körnerkugeln: 1. die rothen Körner sind im Centrum zusammengeballt, während eine homogene, farblose Randzone sichtbar geworden ist; 2. die rothen Körner sind geschwunden und der gelbe Kern liegt in einer feingranulirten, scharf von der homogenen Randzone sich abhebenden, farblosen Masse.
- Fig. VI.** Durch Wasser aufgelöste rothe Körnerkugeln.
- Fig. VII.** Froschblutkörperchen nach Einwirkung von Essigsäure: 1. der Kern von gelben Körnchen völlig verdeckt; 2. der Kern glatt und gelbgefärbt, liegt innerhalb des farblosen Zellenleibes.
-



## THESEN.

---

- 1) Die rothen Blutkörperchen der Amphibien und Vögel entsprechen nur einer niederen Entwicklungsstufe der rothen Blutkörperchen der Säugethiere.
  - 2) Die Behandlung der Enuresis nocturna mit dem galvanischen Strom ist jeder andern vorzuziehen.
  - 3) Der Gebrauch des Calomel gegen Syphilis ist zu verwerfen.
  - 4) Das Magisterium Bismuthi sollte aus der Zahl der Arzneimittel gestrichen werden.
  - 5) Bei Eklampsia puerperalis verdient in der Privatpraxis die Anwendung des Morphinum den Vorzug vor der des Chloroforms.
  - 6) Die locale Therapie sollte in der innern Medicin eine ausgedehntere Anwendung finden.
-



# FLURBIL

- 1) Die ersten Flurbestände sind die ersten und letzten...
- 2) Die Flurbestände sind die ersten und letzten...
- 3) Die Flurbestände sind die ersten und letzten...
- 4) Die Flurbestände sind die ersten und letzten...
- 5) Die Flurbestände sind die ersten und letzten...
- 6) Die Flurbestände sind die ersten und letzten...
- 7) Die Flurbestände sind die ersten und letzten...
- 8) Die Flurbestände sind die ersten und letzten...
- 9) Die Flurbestände sind die ersten und letzten...
- 10) Die Flurbestände sind die ersten und letzten...



Fig. I.

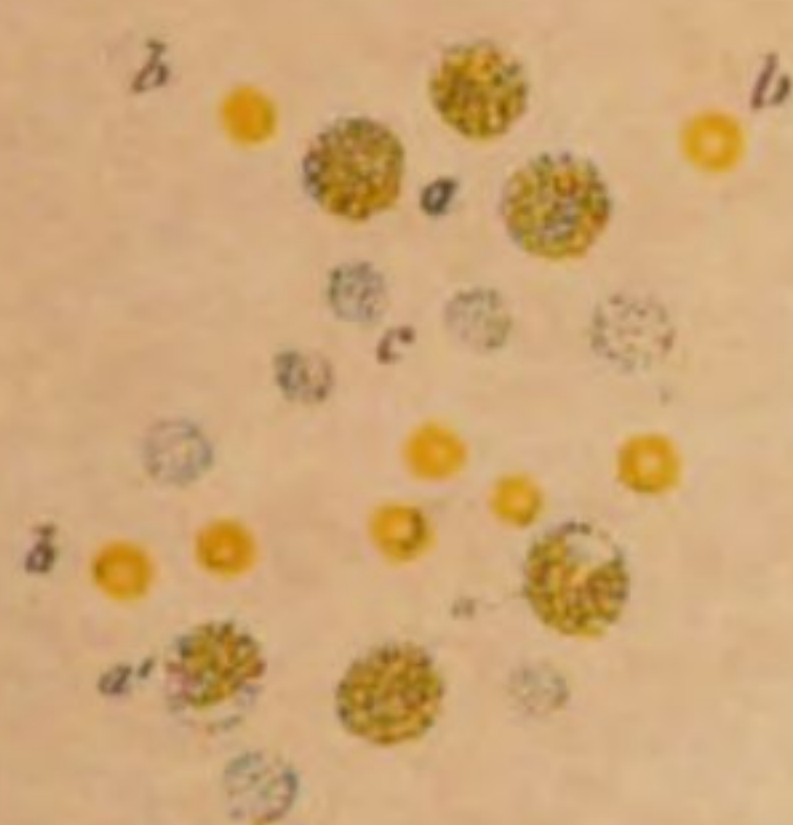


Fig. II.

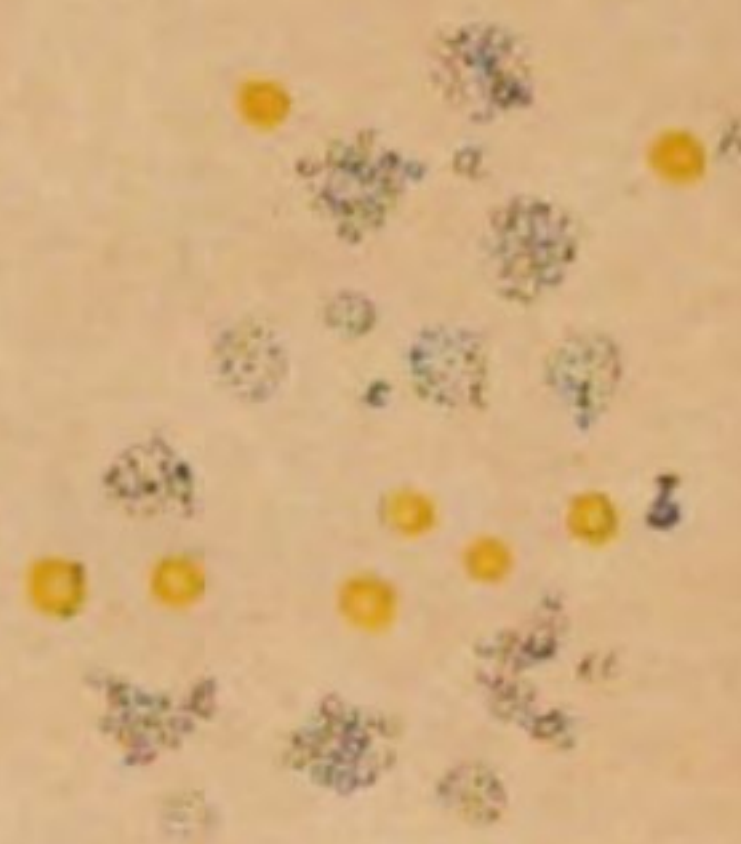


Fig. III.



Fig. IV.

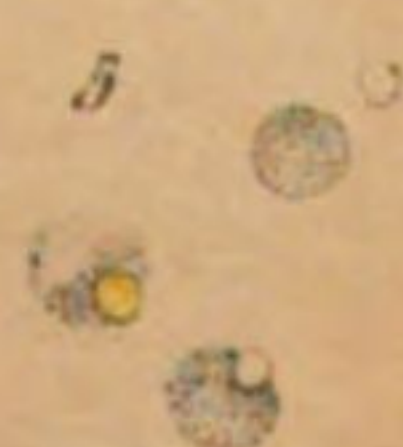


Fig. VI.

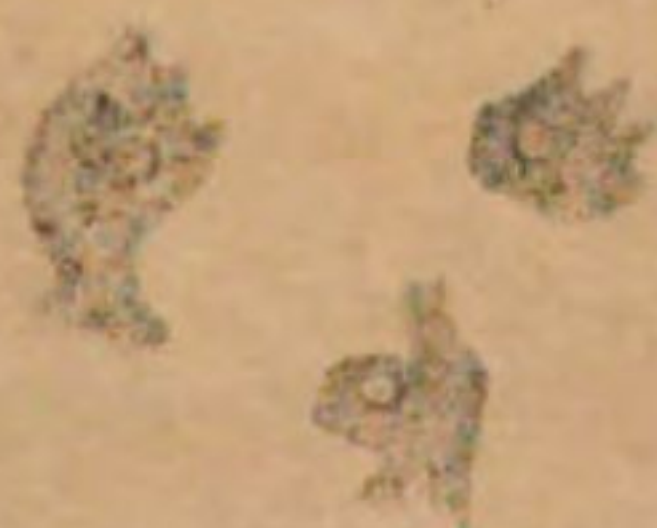
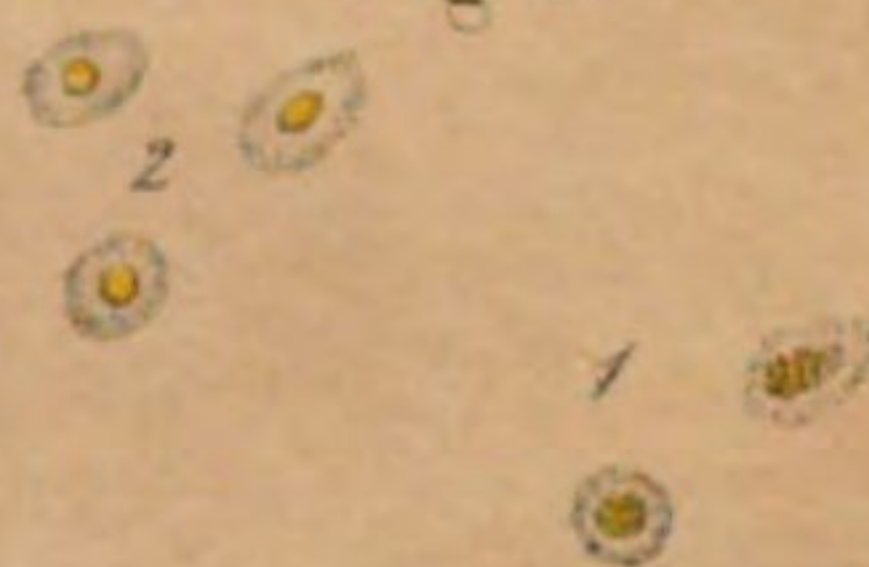


Fig. V.



Fig. VII.





THEORY OF

# RELATIONS

OF THE HUMAN MIND TO THE PHYSICAL WORLD

BY

JOHN F. MILLER

PH.D. OF THE UNIVERSITY OF CHICAGO

NEW YORK: THE CENTRAL BOOK CONCERN, 1900

CLARK

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

CHICAGO, ILL., 1900

1900



Semmer, Georg

Über die Faserstoffbildung im Amphibien- und Vogelblut und die Entstehung  
der rothen Blutkörperchen der Säugethiere Inaugural-Dissertation

Dorpat 1874

Diss.med. 107-11/20#Beibd.16

urn:nbn:de:bvb:12-bsb11183481-1